



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 102 37 487 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 16 H 15/38

②① Aktenzeichen: 102 37 487.2
②② Anmeldetag: 16. 8. 2002
④③ Offenlegungstag: 3. 4. 2003

DE 102 37 487 A 1

③⑩ Unionspriorität:
2001/246864 16. 08. 2001 JP
⑦① Anmelder:
NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP
⑦④ Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
80538 München

⑦② Erfinder:
Miyata, Shinji, Fujisawa, Kanagawa, JP; Tanaka,
Masami, Fujisawa, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Stufenlos verstellbares Toroidgetriebe und stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung

⑤① Eine Vielzahl von vorspringenden Abschnitten ist an einem Teil einer äußeren Umfangsfläche einer eingangsseitigen Scheibe vorgesehen und springt von dieser vor. Eine Vielzahl von übertragenden Vorsprungselementen ist an einem sockelseitigen Endabschnitt einer Getriebewelle vorgesehen. Die übertragenden Vorsprungselemente der Getriebewelle befinden sich mit den vorspringenden Abschnitten der eingangsseitigen Scheibe im Eingriff, um ein Drehmoment zwischen der eingangsseitigen Scheibe und der Getriebewelle übertragen zu können.

DE 102 37 487 A 1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein stufenlos verstellbares Toroidgetriebe und eine stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung, die als eine Getriebeeinheit verwendet werden kann, die als eine Automatikgetriebevorrichtung für ein Fahrzeug oder ein Getriebe zur Steuerung der Betriebsgeschwindigkeit verschiedener industrieller Maschinen, wie beispielsweise einer Pumpe, verwendet werden kann.

Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Die Verwendung eines stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes, wie es in den Fig. 8 und 9 gezeigt ist, als Getriebe für ein Fahrzeug ist bereits untersucht worden, durch einen Teil der Fahrzeugindustrie wurde eine derartige Verwendung eines stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes verstärkt verfolgt. Bei einem stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe, wie es beispielsweise in der JP-62-71465 U offenbart ist, ist eine eingangsseitige Scheibe 2 konzentrisch zu einer Eingangswelle 1 gelagert und eine ausgangsseitige Scheibe 4 ist am Endabschnitt einer Ausgangswelle 3 angebracht, die konzentrisch zur Eingangswelle 1 angeordnet ist. Innerhalb eines Gehäuses 5 (vgl. Fig. 11, die später erläutert wird), in dem das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe aufgenommen ist, sind Auflager 7, 7 angeordnet, die um Schwenkwellen 6, 6 verschwenkt werden können, welche wiederum an gegenüber der Eingangswelle 1 und der Ausgangswelle 3 gedrehten Positionen angeordnet sind.

[0003] Insbesondere ist das Paar von Schwenkwellen 6, 6 an den Außenflächen der beiden Endabschnitte eines jeden Auflagers 7 so angeordnet, dass die beiden Schwenkwellen 6, 6 konzentrisch zueinander verlaufen. Die Mittelnachsen der Schwenkachsen 6, 6 schneiden sich nicht mit den Mittelnachsen der eingangsseitigen und der ausgangsseitigen Scheiben 2, 4, sondern befinden sich an gedrehten Positionen, die in Richtungen beinahe im rechten Winkel zu den Richtungen der Mittelnachsen der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben 2, 4 liegen. Außerdem sind an den Mittelnabschnitten der jeweiligen Auflager 7, 7 die sockelseitigen Hälften von Verschiebewellen 8, 8 gehalten. Durch Verschwenken der Auflager 7, 7 jeweils um ihre entsprechenden Schwenkwellen 6, 6 können die Neigewinkel der Verschiebewellen 8, 8 eingestellt werden. An den Umfängen der vorderen Hälften der Verschiebewellen 8, 8, die an den Auflager 7, 7 gelagert sind, sind Antriebsrollkörper 9, 9 drehbar gelagert. Die Antriebsrollkörper 9, 9 sind durch und zwischen inneren Oberflächen 2a, 4a der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben 2, 4 gehalten.

[0004] Die einander gegenüberliegenden Innenflächen 2a, 4a der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben 2, 4 sind jeweils als eine konkave Fläche mit einem bogenförmigen Querschnitt ausgebildet, wobei die konkave Fläche dadurch erhalten werden kann, dass ein Bogen mit der Schwenkwelle 6 als Mittelpunkt geschlagen wird, oder dass eine gekrümmte Linie nahe einem solchen Bogen gedreht wird. Die Umfangsflächen 9a, 9a der Antriebsrollkörper 9, 9, die jeweils als eine kugelförmige konvexe Fläche ausgestaltet sind, werden jeweils durch die Innenflächen 2a, 4a der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben 2, 4 berührt. Außerdem ist zwischen der Eingangswelle 1 und der ausgangsseitigen Scheibe 2 eine Belastungsnockenvorrichtung 10 angeordnet. Die eingangsseitige Scheibe 2 kann durch die Belastungsnockenvorrichtung 10 gedreht werden,

während sie gleichzeitig durch die Belastungsnockenvorrichtung 10 elastisch gegen die ausgangsseitige Scheibe 4 gedrückt wird.

[0005] Im Betrieb des wie oben geschildert aufgebauten, stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes dreht bei einer Drehung der Eingangswelle 1 die Belastungsnockenvorrichtung 10 die eingangsseitige Scheibe 2, während gleichzeitig die eingangsseitige Scheibe gegen die Vielzahl von Antriebsrollkörpern 9, 9 gedrückt wird. Die Drehbewegung der eingangsseitigen Scheibe 2 wird durch die Vielzahl von Antriebsrollkörpern 9, 9 auf die ausgangsseitige Scheibe 4 übertragen, so dass die an der ausgangsseitigen Scheibe befestigte Ausgangswelle 3 gedreht werden kann.

[0006] Wenn die Drehgeschwindigkeit zwischen der Eingangswelle 1 und der Ausgangswelle 3 geändert wird, um zunächst die Drehgeschwindigkeit zwischen der Eingangswelle 1 und der Ausgangswelle 3 zu verringern, können die Auflager 7, 7 um die Schwenkwellen 6, 6 verschwenkt und die Verschiebewellen 8, 8 können so geneigt werden, dass die Umfangsflächen 9a, 9a der Antriebsrollkörper 9, 9 jeweils mit dem nahe der Mitte liegenden Abschnitt der Innenfläche 2a der eingangsseitigen Scheibe 2 und dem nahe dem Außenumfang liegenden Abschnitt der Innenfläche 4a der ausgangsseitigen Scheibe 4 in Kontakt kommen.

[0007] Um dagegen die Drehgeschwindigkeit zwischen der Eingangswelle 1 und der Ausgangswelle 3 zu erhöhen, können die Auflager 7, 7 verschwenkt und die Verschiebewellen 8, 8 so geneigt werden, dass die Umfangsflächen 9a, 9a der Antriebsrollkörper 9, 9, wie in Fig. 9 gezeigt ist, jeweils mit dem nahe dem Umfang liegenden Abschnitt der Innenfläche 2a der eingangsseitigen Scheibe 2 und dem nahe der Mitte liegenden Abschnitt der Innenfläche 4a der ausgangsseitigen Scheibe 4 in Kontakt kommen. Wenn die Neigungswinkel der Verschiebewellen 8, 8 zwischen den beiden in den Fig. 8 und 9 gezeigten Stellungen gesetzt werden, kann ein zwischenliegendes Übersetzungsverhältnis zwischen einer Welle 1 und der Ausgangswelle 3 erhalten werden.

[0008] Die Fig. 10 und 11 zeigen ein spezielles stufenlos verstellbare Toroidgetriebe, wie es in der JP-A-173552 U dargestellt ist. Bei diesem stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe sind jeweils eine eingangsseitige Scheibe 2 und eine ausgangsseitige Scheibe 4 am Umfang einer Eingangswelle 11 in Form eines kreisförmigen Rohres drehbar gelagert. Außerdem ist zwischen dem Endabschnitt der Eingangswelle 11 und der eingangsseitigen Scheibe 2 eine Belastungsnockenvorrichtung 10 angeordnet. Mit der ausgangsseitigen Scheibe 4 ist ein Ausgangsgetriebe oder -zahnrad 12 so verbunden, dass die ausgangsseitige Scheibe 4 und das Ausgangsgetriebe oder -zahnrad 12 sich synchron drehen können.

[0009] Die Schwenkwellen 6, 6, die an den beiden Endabschnitten eines jeden Auflagerpaars 7, 7 konzentrisch zueinander verlaufend angeordnet sind, sind wiederum an ihrem zugehörigen Paar von Halteplatten 13, 13, so gehalten, dass sie in axialer Richtung sowohl verschwenkt als auch verschoben werden können (d. h. in Fig. 10 in Richtung nach vorne und hinten bezüglich des Blattes; und in Fig. 11 nach rechts und links). An den zwischenliegenden Abschnitten der jeweiligen Auflager 7, 7 sind die sockelseitigen Hälften der verschiedenen Wellen 8, 8 gehalten. Eine jede der Verschiebewellen 8, 8 ist so aufgebaut, dass die sockelseitige Hälfte derselben und die vordere Hälfte derselben exzentrisch zueinander verlaufen. Die sockelseitigen Hälften der Verschiebewellen 8, 8 sind drehbar an den zwischenliegenden Abschnitten der entsprechenden Auflager 7, 7 gelagert, während die Antriebsrollkörper 9, 9 drehbar an den vorderen Hälften der Verschiebewellen 8, 8 gelagert sind.

[0010] Im Übrigen ist das Paar von Verschiebewellen 8, 8 an Positionen angeordnet, die um 180° der Eingangswelle 11 gegenüberliegen. Außerdem verläuft die Richtung der Exzentrizität zwischen den sockelseitigen Hälften und den vorderen Hälften der Verschiebewelle 8, 8 jeweils in die gleiche Richtung (in Fig. 11 die umgekehrte Richtung von rechts nach links) bezüglich der Drehrichtung der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben 2, 4. Des Weiteren verläuft die Richtung der Exzentrizität in etwa im rechten Winkel zur Richtung der Anordnung der Eingangswelle 11 erstreckt. Daher sind die Antriebsrollkörper 9, 9 so gelagert, dass sie bezüglich der Richtung der Anordnung der Eingangswelle 11 etwas verschoben werden können.

[0011] Des Weiteren sind zwischen den Außenflächen der Antriebsrollkörper 9, 9 und den Innenflächen der zwischenliegenden Abschnitte der Auflager 7, 7 Axialkugellager 14, 14 und Axialnadelrollenlager 15, 15 in dieser Reihenfolge beginnend von den Außenflächen der Antriebsrollkörper 9, 9 angeordnet. Die Axialkugellager 14, 14 ermöglichen eine Drehung der Antriebsrollkörper 9, 9, während sie gleichzeitig die in axialer Richtung auf die Antriebsrollkörper 9, 9 wirkenden Lasten aufnehmen. Außerdem ermöglichen die Axialnadelrollenlager 15, 15, dass die vorderen Hälften der Verschiebewellen 8, 8 und die äußeren Laufflächen 16, 16 um die sockelseitigen Hälften der Verschiebewellen 8, 8 verschwenkt werden, während sie gleichzeitig die von den Antriebsrollkörpern 9, 9 auf die äußeren Laufflächen 16, 16 des Axialkugellagers 14, 14 aufgetragenen Lasten aufnehmen. Die Auflager 7, 7 können in axialer Richtung durch Betätigungseinrichtungen 17, 17, die jeweils durch Öldruck betätigt sind, verschoben werden.

[0012] Bei dem wie oben aufgebauten stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe wird die Drehbewegung der Eingangswelle 11 über die Belastungsnockenvorrichtung 10 zur eingangsseitigen Scheibe 2 übertragen. Dann wird die Drehbewegung der eingangsseitigen Scheibe 2 über das Paar von Antriebsrollkörpern 9, 9 zur ausgangsseitigen Scheibe 4 übertragen. Des Weiteren wird die Drehbewegung der ausgangsseitigen Scheibe 4 über das Ausgangsgetriebe oder -zahnrad 12 herausgeleitet.

[0013] Um das Drehgeschwindigkeitsverhältnis zwischen der Eingangswelle 11 und dem Ausgangsgetriebe 12 zu ändern, kann das Paar von Auflagern 7, 7 mittels der ihnen zugeordneten Betätigungseinrichtungen jeweils in die einander gegenüberliegenden Richtungen 17, 17 verschoben werden. Beispielsweise ist der Antriebsrollkörper 9, der in der unteren Seite der Fig. 11 dargestellt ist, in der Fig. 11 nach rechts verschoben, wohingegen der Antriebsrollkörper 9, der in der Oberseite der Fig. 11 dargestellt ist, in der Fig. 11 nach links verschoben ist. Dadurch wird die Richtung einer Tangentialkraft geändert, die auf die Kontaktabschnitte zwischen den Umfangsflächen 9a, 9a der Antriebsrollkörper 9, 9 und den Innenflächen 2a, 4a der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben 2, 4 wirkt. Aufgrund der Richtungsänderung der Tangentialkraft werden die Auflager 7, 7 in die einander gegenüberliegenden Richtungen um die Schwenkwellen 6, 6, die schwenkbar an den Halteplatten 13, 13 gehalten sind, geschwenkt. Als Ergebnis dessen werden die Kontaktstellen zwischen den Umfangsflächen 9a, 9a der Antriebsrollkörper 9, 9 und den Innenflächen 2a, 4a der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben 2, 4 geändert, wie dies in den Fig. 8 und 9, die oben erläutert wurden, gezeigt ist. Dadurch ändert sich das Drehgeschwindigkeitsverhältnis zwischen der Eingangswelle 11 und dem Ausgangsgetriebe 12.

[0014] Wenn eine Leistung durch das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe übertragen wird, verschieben sich die Antriebsrollkörper 9, 9 in axialer Richtung der Eingangs-

welle 11 in Abhängigkeit von einer elastischen Verformung der jeweiligen Elemente des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes. Außerdem werden die Verschiebewellen 8, 8, welche die Antriebsrollkörper 9, 9 halten, geringfügig um ihre jeweiligen sockelseitigen Hälften gedreht. Diese geringe Drehung verschiebt die Außenflächen der äußeren Laufflächen 16, 16 der Axialkugellager 14, 14 und die Innenflächen der Auflager 7, 7 relativ zueinander. Zwischen diesen äußeren und inneren Flächen sind die Axialnadelrollenlager 15, 15 so angeordnet, dass eine derartige relative Verschiebung mit einer geringen Kraft bewerkstelligt werden kann.

[0015] Bei dem wie oben aufgebauten stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe findet die Leistungsübertragung zwischen der Eingangswelle 11 und dem Ausgangsgetriebe 12 über die beiden Antriebsrollkörper 9, 9 statt. Daher steigt die pro Flächeneinheit zwischen den Umfangsflächen 9a, 9a der Antriebsrollkörper 9, 9 und den Innenflächen 2a, 4a der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben 2, 4 zu übertragende Leistung an, was die zu übertragende Leistung begrenzt. Um daher die zu übertragende Leistung eines stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes zu erhöhen, wird im Stand der Technik vorgeschlagen, die Anzahl der Antriebsrollkörper 9, 9 zu erhöhen. Als erstes Beispiel eines Aufbaus, bei dem die Anzahl der Antriebsrollkörper 9, 9 erhöht wurde, um dieses Ziel zu erreichen, ist im Stand der Technik eine Anordnung bekannt, bei der, wie in der JP-A-3-74667 offenbart ist, zwischen einem Satz aus einer eingangsseitigen Scheibe 2 und einer ausgangsseitigen Scheibe 4 drei Antriebsrollkörper 9, 9 angeordnet sind und die Leistung zwischen dem Satz aus eingangsseitiger Scheibe 2 und ausgangsseitiger Scheibe 4 durch die drei Antriebsrollkörper 9, 9 übertragen wird. Bei der in dieser Veröffentlichung offenbarten Anordnung, sind die jeweiligen Mittelabschnitte der drei Halteelemente 19, 19, die jeweils um einen Winkel von 120° gebogen sind, wie in Fig. 12 dargestellt ist, an den drei Positionen eines festen Rahmens 18 schwenkbar gehalten. Die drei Positionen sind dabei in gleichen Abständen im Umfangsrichtung des festen Rahmens 18 angeordnet. Zwischen den aneinander angrenzenden Haltestücken 19, 19 sind drei Auflager 7, 7 so angeordnet, dass sie in axialer Richtung derselben verschwenkt und verschoben werden können.

[0016] Ein jedes der drei Auflager 7, 7 umfasst an den beiden Endabschnitten derselben zwei Schwenkwellen 6, 6, die konzentrisch zueinander verlaufen. Die Auflager 7, 7 können in axialer Richtung ihrer jeweiligen Schwenkwellen 6 durch jeweilige Betätigungseinrichtungen 17, jeweils durch Öldruck verschoben werden. Drei Öldruckzylinder 20, 20, die jeweils die entsprechenden Betätigungseinrichtungen 17, 17 bilden, sind über ein Steuerventil 21 verbunden, wobei die Hochdruckseite einer Pumpe 22 als eine Öldruckquelle dient. Das Steuerventil 21 umfasst eine Hülse 23 und eine Spule 24, die jeweils in axialer Richtung derselben verschoben werden können (in Fig. 12 nach rechts und links).

[0017] Um die Neigewinkel der Antriebsrollkörper 9, 9, die jeweils schwenkbar an ihren zugeordneten Auflager 7, 7 über ihre zugeordneten Verschiebewellen 8, 8 gelagert sind, zu ändern, kann die Hülse 23 durch einen Steuermotor 25 in axialer Richtung derselben verschoben werden (in Fig. 12 nach rechts und links). Auf diese Weise wird das Hydrauliköl, das von der Pumpe 22 gefördert wird, durch Öldruckleitungen in die jeweiligen Öldruckzylinder 20, 20 geleitet. Antriebskolben 26, 26, die jeweils in ihre zugeordneten Öldruckzylinder 20, 20 eingepasst sind und zum Verschieben der zugeordneten Auflager 7, 7 in axialer Richtung der jeweiligen Schwenkwellen verwendet werden, werden in die gleichen Richtungen bezüglich der Drehrichtung der ein-

gangsseitigen und ausgangsseitigen Scheibe 2 und 4 verschoben (vgl. Fig. 8 und 9). Das Arbeitsöl, das von den jeweiligen Öldruckzylindern 20, 20 bei der Verschiebewegung der jeweiligen Antriebskolben 26, 26 herausgedrückt wurde, wird zu einem Öltank 27 über eine Öldruckleitung (nicht gezeigt) mit einem Steuerventil 21 zurückgeleitet.

[0018] Außerdem werden die Verschiebewegungen der jeweiligen Antriebskolben 26, 26, die durch die Zuleitung des Öldrucks bewirkt wird, zur Spule 24 über eine Vorlaufnocke (precess cam) 28 und eine Verbindung 29 übertragen, wodurch die Spule 24 in ihrer axialen Richtung verschoben wird. Auf diese Weise wird in einem Zustand, in dem der Antriebskolben 26 um einen bestimmten Betrag verschoben ist, der Strömungsdurchlass des Steuerventils 21 geschlossen, um die Zufuhr und Förderung des Drucköls bezüglich der Öldruckzylinder 20, 20 zu stoppen. Somit kann der Verschiebeweg der jeweiligen Auflager 7, 7 in ihrer axialen Richtung so festgesetzt werden, dass er dem Verschiebeweg der Hülse 23, wie er durch den Steuermotor 25 erzeugt wird, entspricht.

[0019] Um die Leistung, die durch ein stufenlos verstellbares Toroidgetriebe übertragen werden kann, erhöhen zu können, ist gemäß einem zweiten Beispiel einer Ausgestaltung aus dem Stand der Technik zur Erhöhung der Anzahl der Antriebsrollkörper 9, 9 eine Bauart mit einem sogenannten doppelten Hohlraum (double-cavity type) bekannt. Bei dieser Bauart sind, wie in der Fig. 13 dargestellt ist, eingangsseitige Scheiben 2A, 2B und ausgangsseitige Scheiben 4, 4 jeweils paarweise am Anfang der Eingangswelle 11a angeordnet. Außerdem sind die eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B und die ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 parallel zueinander in Richtung der Leistungsübertragung angeordnet. Bei dem in der Fig. 13 dargestellten Aufbau wird ein Ausgangsgetriebe oder -zahnrad 12a am Umfang des mittleren Abschnittes der Eingangswelle 11a so gehalten, dass es sich bezüglich der Eingangswelle 11a drehen kann, während die ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 über eine Keilverzahnung mit den beiden Endabschnitten eines im mittleren Abschnitt des Ausgangsgetriebes oder -zahnades 12a angeordneten zylindrischen Abschnittes in Eingriff stehen. Außerdem sind die eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B an den beiden Endabschnitten der Eingangswellen 11a so gelagert, dass sie zusammen mit der Eingangswelle 11a gedreht werden können. Die Eingangswelle 11a kann durch eine Antriebswelle 100 über eine Belastungsnockenvorrichtung 10 angetrieben oder gedreht werden. Bei dem solchermaßen aufgebauten stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe der Bauart mit zwei Hohlräumen kann die Leistungsübertragung von der Eingangswelle 11a zum Ausgangsgetriebe 12a durch die folgenden beiden Wege erfolgen: Ein Weg erstreckt sich zwischen der einen eingangsseitigen Scheibe 2A und der einen ausgangsseitigen Scheibe 4, der andere zwischen der anderen eingangsseitigen Scheibe 2B und der anderen ausgangsseitigen Scheibe 4. Auf diese Weise kann eine hohe Leistung übertragen werden.

[0020] Zum Einbau des wie oben aufgebauten, stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes in ein vorhandenes stufenlos verstellbares Getriebe für ein Fahrzeug wird im Stand der Technik, wie er in der JP-A-1-169169, JP-A-1312266, JP-A-10-196759 und JP-A-11-63146 offenbart ist, die Idee vorgeschlagen, das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe mit einer Planetengetriebevorrichtung zu kombinieren. Somit wird bei einem Fahrbetrieb des Fahrzeugs mit geringer Geschwindigkeit die Antriebsleistung des Motors nur über das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe übertragen und bei einem Betrieb mit hohen Fahrgeschwindigkeiten wird die Antriebsleistung durch das Planetengetriebe übertragen. Auf diese Weise kann beim Betrieb mit hohen Fahrgeschwindig-

keiten das auf das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe wirkende Drehmoment verringert werden. Eine solche Anordnung des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes kann die Lebensdauer der jeweiligen Bestandteile der derzeitigen stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe erhöhen.

[0021] Fig. 14 zeigt eine stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung, wie sie in der oben genannten JP-A-11-63146 offenbart ist. Diese stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung ist auf einer Kombination eines stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30 mit einem doppelten Hohlraum und einer Planetengetriebevorrichtung 31 aufgebaut. Bei einem Fahrbetrieb des Fahrzeugs mit niedriger Geschwindigkeit wird die Leistung nur durch das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30 übertragen. Im Betrieb mit hoher Fahrgeschwindigkeit oder Drehzahl wird die Antriebsleistung hauptsächlich durch die Planetengetriebe 31 übertragen. Durch Änderung des Übersetzungsverhältnisses des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30 kann ein Übersetzungsverhältnis der Planetengetriebevorrichtung 31 gesteuert werden.

[0022] Zu diesem Zweck ist der vordere Endabschnitt (in Fig. 14 der rechte Endabschnitt) einer Eingangswelle 11a, die durch den Mittenabschnitt des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30 ragt und ein Paar von eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B an den beiden Endabschnitten derselben trägt, über eine Hochgeschwindigkeitskupplung 35 mit einer Getriebewelle 34 verbunden, die wiederum an dem Mittenabschnitt einer Halteplatte 33 befestigt ist. Die Halteplatte 33 trägt ein Ringrad 32, das Teil der Planetengetriebevorrichtung 31 ist. Übrigens ist bei dem Paar der eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B die an der vorderen Endeingangswelle 11a angeordnete eingangsseitige Scheibe 2B (in Fig. 14 die rechte Scheibe), beispielsweise ähnlich wie bei der in der Fig. 13 dargestellten und oben beschriebenen Anordnung aus dem Stand der Technik, an der Eingangswelle 11a so gelagert, dass sie sich synchron zur Eingangswelle 11a dreht, aber im Wesentlichen nicht in axialer Richtung der Eingangswelle 11a bewegt werden kann. Die eingangsseitige Scheibe 2A am sockelseitigen Ende (in Fig. 14 auf der linken Seite) kann beispielsweise ähnlich wie bei der in Fig. 13 dargestellten Anordnung aus dem Stand der Technik an der Eingangswelle 11a so gelagert sein, dass sie synchron zur Eingangswelle 11a gedreht und auch in axialer Richtung der Eingangswelle 11a bewegt werden kann. In jedem Fall ist der Aufbau des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30 im Wesentlichen ähnlich dem Aufbau aus dem Stand der Technik, wie er in Fig. 13 dargestellt ist, bis auf eine andere Andrückvorrichtung 36, die im Folgenden beschrieben wird.

[0023] Zwischen dem ausgangsseitigen Endabschnitt (in Fig. 14 dem rechten Endabschnitt) einer Kurbelwelle 38 eines Motors 37, der als eine Antriebsquelle dient, und dem eingangsseitigen Endabschnitt (d. h. dem sockelseitigen Endabschnitt, in Fig. 14 dem linken Endabschnitt) der Eingangswelle 11a sind eine Andrehklaue 39 und eine Andrückvorrichtung 36, die mit Öldruck funktioniert, in Richtung der Leistungsübertragung in Reihe angeordnet. Die Andrückvorrichtung 36 ist in der Lage, einen gewünschten Öldruck aufzubringen, der eine Andrückkraft erzeugt, die wiederum der Höhe der von der Kurbelwelle 38 zum stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe 30 zu übertragenden Leistung (des zu übertragenden Drehmoments) entspricht.

[0024] Außerdem ist eine Ausgangswelle 40, die zum Herausleiten der auf der Drehung der Eingangswelle 11a basierenden Leistung verwendet wird, konzentrisch zur Eingangswelle 11a angeordnet. Die Planetengetriebevorrichtung 31 ist am Umfang dieser Ausgangswelle 40 angeordnet. Ein Sonnenrad 41, das Teil der Planetengetriebevorrich-

tung 31 ist, ist am eingangsseitigen Endabschnitt (in Fig. 14 dem linken Endabschnitt) der Ausgangswelle 40 befestigt. Somit dreht sich die Ausgangswelle 40, wenn sich das Sonnenrad 41 dreht. Das Ringrad 32 ist an dem Umfang des Sonnenrads 41 so gehalten, dass es konzentrisch mit dem Sonnenrad 41 verläuft und gedreht werden kann. Zwischen der inneren Umfangsfläche des Ringrades 32 und der äußeren Umfangsfläche des Sonnenrads 41 ist eine Vielzahl von Planetenradsätzen 43, 43 angeordnet. Jeder Satz besteht aus einem Paar von Planetenrädern 42a, 42b. Jedes Paar von Planetenrädern 42a, 42b ist miteinander verzahnt. Das Planetenrad 42a, das an der Seite des Außendurchmessers angeordnet ist, befindet sich im Eingriff mit dem Ringrad 32. Das Planetenrad 42b an der Seite des Innendurchmessers befindet sich im Eingriff mit dem Sonnenrad 41. Die auf diese Weise angeordneten Planetenradsätze 43, 43 sind jeweils an einer Seitenfläche (in Fig. 14 der linken Seitenfläche) eines Trägers 44 so gehalten, dass sie sich drehen können. Der Träger 44 ist wiederum drehbar am Mittenabschnitt der Ausgangswelle 40 gelagert.

[0025] Weiter ist der Träger 44 mit dem Paar von ausgangsseitigen Scheiben 4, 4, die Teil des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30 sind, über eine erste Leistungsübertragungseinrichtung 45 so verbunden, dass eine Drehkraft zwischen ihnen übertragen werden kann. Diese erste Leistungsübertragungseinrichtung 45 umfasst eine Getriebewelle 46, die parallel zur Eingangswelle 11a und der Ausgangswelle 40 angeordnet ist, ein Kettenrad 47a, das an einem Endabschnitt (in Fig. 14 dem linken Endabschnitt) der Antriebswelle 46 angebracht ist, ein Kettenrad 47b, das an den ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 angebracht ist, eine Kette 48, die zwischen den beiden Kettenrädern 47a, 47b so angeordnet ist, dass sie sich zwischen diesen erstreckt, sowie erste und zweite Zahnräder 49, 50, die so angeordnet sind, dass sie jeweils am anderen Ende (in Fig. 14 dem rechten Ende) der Getriebewelle 46 und des Trägers 44 angebracht sind und miteinander kämmen. Folglich kann sich der Träger 44 in Abhängigkeit von den Drehbewegungen der ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 in die Richtung entgegengesetzt zu den ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 mit einer Drehgeschwindigkeit drehen, die der Anzahl der Zähne der ersten und zweiten Zahnräder 49, 50 entspricht. Dabei wird angenommen, dass das Paar von Kettenrädern 47a, 47b jeweils die selbe Zähnezahl aufweist.

[0026] Die Eingangswelle 11a und das Ringrad 32 können miteinander so verbunden sein, dass die Drehkraft über die Getriebewelle 34, die konzentrisch zur Eingangswelle 11a angeordnet ist, übertragen werden kann. Zwischen der Getriebewelle 34 und der Eingangswelle 11a ist eine Hochgeschwindigkeitskupplung 35 in Reihe mit den beiden Wellen 34, 11a angeordnet. Somit wird bei der vorliegenden Anordnung eine zweite Getriebewelle 53 durch die Getriebewelle 34 gebildet. Wenn die Hochgeschwindigkeitskupplung 35 eingerückt ist, kann die Getriebewelle 34 mit der gleichen Geschwindigkeit und in die gleiche Richtung wie die Eingangswelle 11a gedreht werden.

[0027] Außerdem umfasst die stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung eine Kupplungseinrichtung, die ein Mittel zum Umschalten der Betriebsart darstellt. Die Kupplungseinrichtung umfasst die oben erwähnte Hochgeschwindigkeitskupplung 35, eine Niedriggeschwindigkeitskupplung 51, die zwischen dem äußeren Umfangskantenabschnitt des Trägers 44 und dem einen, in axialer Richtung liegenden Endabschnitt des Ringrades 32 (in Fig. 14 der rechte Endabschnitt) liegt, und eine Rückfahrkupplung 52, die zwischen dem Ringrad 32 und einem festen Teil, wie beispielsweise dem Gehäuse (nicht dargestellt) der vorliegenden stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung angeordnet ist. Die Kupplungen 35, 51 und 52 sind so aufgebaut, dass beim Einrücken einer der Kupplungen die beiden übrigen Kupplungen ausgerückt sind.

[0028] Zunächst werden bei der wie oben aufgebauten, stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung beim Betrieb mit niedriger Fahr Geschwindigkeit eines Fahrzeugs die Niedriggeschwindigkeitskupplung 51 eingerückt und gleichzeitig die Hochgeschwindigkeitskupplung 35 und die Rückfahrkupplung 52 ausgerückt. In diesem Zustand wird, wenn die Startkupplung 39 eingerückt ist, um die Eingangswelle 11a zu drehen, die Leistung nur durch das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30 von der Eingangswelle 11a zur Ausgangswelle 40 übertragen. Bei einem Betrieb mit niedriger Fahr Geschwindigkeit kann das Übersetzungsverhältnis zwischen den beiden Paaren der eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B und der ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 ähnlich wie bei der in Fig. 13 dargestellten Anordnung gesteuert werden, bei der nur das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe verwendet wird.

[0029] Bei einem Betrieb des Fahrzeugs mit einer hohen Geschwindigkeit dagegen wird die Hochgeschwindigkeitskupplung 35 eingerückt und gleichzeitig werden die Niedriggeschwindigkeitskupplung 51 und Rückfahrkupplung 52 ausgerückt. Wenn die Startkupplung 39 eingerückt ist, um dadurch die Eingangswelle 11a zu drehen, wird die Leistung von der Eingangswelle 11a über die Getriebewelle 44 und die Planetengetriebeeinrichtung 31 zur Ausgangswelle 40 übertragen. Wenn sich die Eingangswelle 11a bei dem obigen Betrieb mit hoher Fahr Geschwindigkeit dreht, wird die Drehung der Eingangswelle 11a über die Hochgeschwindigkeitskupplung 35 und die Getriebewelle 34 zum Ringrad 32 übertragen. Die Drehung des Ringrades 32 wird über die Planetenradsätze 43, 43 an das Sonnenrad 41 übertragen, wodurch sie die Ausgangswelle 40 dreht, mit denen die Sonnenräder 41 verbunden sind. Wenn das Übersetzungsverhältnis des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30 geändert wird, um die Drehgeschwindigkeit (um den Umfang des Sonnenrads 41) der jeweiligen Planetenradsätze 43, 43 zu ändern, kann das Übersetzungsverhältnis der gesamten stufenlos verstellbaren Getriebeeinrichtung gesteuert werden.

[0030] Bei dem oben erwähnten Betrieb mit hoher Geschwindigkeit drehen sich also die jeweiligen Planetenradsätze 43, 43 um den Umfang des Sonnenrads 41 in die gleiche Richtung wie das Ringrad 32. Je langsam die Drehgeschwindigkeit (um den Umfang des Sonnenrads 41) der Planetenradsätze 43, 43 ist, um so größer ist die Drehgeschwindigkeit der Ausgangswelle 40 mit dem daran befestigten Sonnenrad 41. Wenn beispielsweise die Drehgeschwindigkeit (um den Umfang des Sonnenrads 41) der Planetenradsätze 43, 43 gleich der Drehgeschwindigkeit des Ringrades 32 (beides sind Winkelgeschwindigkeiten) ist, wird die Drehgeschwindigkeit des Ringrades 32 gleich der der Ausgangswelle 40. Wenn dagegen die Drehgeschwindigkeit (um den Umfang des Sonnenrads 41) der Planetenradsätze 43, 43 kleiner als die Drehgeschwindigkeit des Ringrades 32 ist, wird die Drehgeschwindigkeit der Ausgangswelle 40 größer als die des Ringrades 32. Im Gegensatz dazu wird die Drehgeschwindigkeit der Ausgangswelle 40 kleiner als die des Ringrades 32, wenn die Drehgeschwindigkeit (um den Umfang des Sonnenrads 41) der Planetenradsätze 43, 43 größer als die Drehgeschwindigkeit des Ringrades 32 ist.

[0031] Folglich wird beim Betrieb mit hoher Geschwindigkeit bei einer Änderung des Übersetzungsverhältnisses des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30 in Richtung einer Untersetzung das Übersetzungsverhältnis der gesamten stufenlos verstellbaren Getriebeeinrichtung in Richtung

einer Drehzahlerhöhung geändert. Bei einem derartigen Betriebszustand hoher Geschwindigkeit wirkt auf das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30 das Drehmoment nicht von den eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B, sondern von der ausgangssseitigen Scheibe 4 her (unter der Annahme, dass das beim Betrieb mit niedriger Geschwindigkeit wirkende Drehmoment ein positives Drehmoment ist, wirkt nun ein negatives Drehmoment). Wenn die Hochgeschwindigkeitskupplung 35 eingerückt wird, wird das von dem Motor 37 zur Eingangswelle 11a übertragene Drehmoment durch die Getriebewelle 34 zum Ringrad 32 der Planetengetriebevorrichtung 31 übertragen: Aus diesem Grund wird nur ein geringes Drehmoment von der Seite der Eingangswelle 11a her an die jeweiligen eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B übertragen.

[0032] Ein Teil des durch die zweite Leistungsübertragungsvorrichtung 53 zum Ringrad 32 der Planetengetriebevorrichtung 31 übertragenen Drehmoments wird vom Planetenradsatz 43, 43 über den Träger 44 und die erste Leistungsübertragungsvorrichtung 45 zu den jeweiligen ausgangssseitigen Scheiben 4, 4 übertragen. Auf diese Weise nimmt das von den jeweiligen ausgangssseitigen Scheiben 4, 4 auf das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30 wirkende Drehmoment ab, wenn das Übersetzungsverhältnis des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30 in Richtung einer Untersetzung geändert wird, um das Übersetzungsverhältnis der stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung in Richtung einer Drehzahlerhöhung zu ändern. Als Ergebnis dessen kann beim Betrieb mit hoher Geschwindigkeit das in das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30 einzuleitende Drehmoment verringert werden, um auf diese Weise die Lebensdauer der Bestandteile des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30 zu erhöhen.

[0033] Wenn des Weiteren die Ausgangswelle 40 umgekehrt gedreht wird, um das Fahrzeug zurückzusetzen, werden die Niedriggeschwindigkeits- und die Hochgeschwindigkeitskupplung 51, 35 ausgerückt und gleichzeitig wird die Rückfahrkupplung 52 eingerückt. Auf diese Weise wird das Ringrad 32 festgestellt und die Planetenradsätze 43, 43 drehen sich um den Umfang des Sonnenrades 41, während sie mit dem Ringrad 32 und dem Sonnenrad 41 kämmen. Das Sonnenrad 41 und die Ausgangswelle 40, an der das Sonnenrad 41 befestigt ist, drehen sich in eine Richtung, die der Richtung im Betrieb mit niedriger Geschwindigkeit und im Betrieb mit hoher Geschwindigkeit entgegengesetzt ist.

[0034] Die oben beschriebene stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung ist eine Getriebevorrichtung mit einer sogenannten Leistungsteilung, bei der das durch das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30 geleitete Drehmoment bei hohen Geschwindigkeiten verringert ist. Bei einer derartigen stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung ist die Startkupplung 39 notwendig, da die Ausgangswelle 40 nicht angehalten werden kann, während sich die Eingangswelle 11a noch dreht. In der JP-A-11-63148 und in der britischen Patentveröffentlichung GB 2256015 A ist dagegen eine stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung der sogenannten neutral verzahnten Bauart offenbart, die so aufgebaut ist, dass die Ausgestaltungen der Planetengetriebevorrichtung und der Kombination der Planetengetriebevorrichtung mit dem stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe so geändert sind, dass die Drehung der Ausgangswelle angehalten werden kann, während sich die Eingangswelle weiterdreht. Bei einer stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung der neutral verzahnten Bauart steigt das durch das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe geleitete Drehmoment an, wenn die Ausgangswelle angehalten wird oder sich mit einer niedrigen Geschwindigkeit dreht. Dafür kann die Startkupplung weggelassen werden.

[0035] Von den jeweils oben beschriebenen Getriebean-

ordnungen aus dem Stand der Technik hat die stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung, wie sie in Fig. 14 dargestellt ist, den Vorteil, dass eine Drehmomentübertragung bei gleichzeitig hoher Lebensdauer möglich ist. Wenn jedoch beabsichtigt wird, bei einer ausreichenden Lebensdauer ein größeres Drehmoment zu übertragen, besteht bei einer einfachen Kombination der Anordnungen aus dem Stand der Technik die Möglichkeit, dass die Kombination nicht in einem ausreichenden Maße die obigen Bedürfnisse erfüllen kann. Wenn somit beabsichtigt ist, eine Anordnung zu realisieren, die in der Lage ist, ein größeres Drehmoment unter Verwendung der in Fig. 14 dargestellten Anordnung zu übertragen, so muss eine größere Leistung nicht nur zwischen dem Ausgangsabschnitt der Startkupplung 39 und der Eingangswelle 11a, sondern auch zwischen der Eingangswelle 11a und der Hochgeschwindigkeitskupplung 35 übertragen werden. Im Stand der Technik ist jedoch keine in der Praxis anwendbare Anordnung bekannt, die in diesen beiden Abschnitten ein größeres Drehmoment übertragen kann. So ist beispielsweise in der JP-A-11-303961 eine Anordnung offenbart, bei der Innendurchmesserabschnitt nahe der Außenfläche der ausgangssseitigen Scheibe konkav und konvex mit dem Endabschnitt einer Hülse in Eingriff gelangt. Da jedoch der Durchmesser des Drehmoment übertragenden Abschnittes derselben klein ist, ist es nicht immer möglich, ein großes Drehmoment zu übertragen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0036] Die stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wurde im Lichte der oben genannten Probleme entwickelt.

[0037] Um das obige Ziel zu erreichen, ist gemäß einem ersten Gesichtspunkt der Erfindung ein stufenlos verstellbares Toroidgetriebe vorgesehen, das umfasst:

eine Eingangswelle;
eine einstückig mit der Eingangswelle drehbare eingangsseitige Scheibe mit einer Innenfläche;
eine unabhängig von der Eingangswelle drehbare ausgangssseitige Scheibe mit einer Innenfläche, die konzentrisch zur eingangsseitigen Scheibe angeordnet ist;
eine Vielzahl von Auflagern, die zwischen den eingangsseitigen und ausgangssseitigen Scheiben angeordnet sind und um ihre jeweiligen Schwenkwellen, die an verdrehten Position bezüglich der Mittenachse der eingangsseitigen und ausgangssseitigen Scheiben angeordnet sind, schwenkbar sind;
eine Vielzahl von Verschiebewellen, die jeweils von Innenflächen ihrer zugeordneten Auflager vorspringen;
eine Vielzahl von Antriebsrollkörpern, die durch und zwischen den Innenflächen der eingangsseitigen und ausgangssseitigen Scheiben so gehalten sind, dass sie drehbar an den ihnen zugeordneten Verschiebewellen gehalten sind; und
ein Getriebeelement mit einer Vielzahl von übertragenden Vorsprüngelementen am sockelseitigen Endabschnitt desselben, wobei eine Vielzahl von vorspringenden Abschnitten an einer äußeren Umfangsfläche der eingangsseitigen Scheibe vorgesehen ist und davon vorspringt, die die übertragenden Vorsprungteile am Getriebeelement in Eingriff mit den vorspringenden Abschnitten der eingangsseitigen Scheibe gelangen, um auf diese Weise ein Drehmoment zwischen der eingangsseitigen Scheibe und dem Getriebeelement übertragen zu können.

[0038] Des Weiteren sind gemäß einem zweiten Gesichtspunkt der Erfindung bei dem stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe gemäß dem ersten Gesichtspunkt die übertragenden Vorsprüngelemente an einem Getriebeanschluss vorgesehen,

der am Getriebeelement in Umfangsrichtung des Getriebe-
flansches in regelmäßigen Abständen angeordnet ist.

[0039] Gemäß einem dritten Gesichtspunkt der Erfindung sind bei dem stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe gemäß dem ersten Gesichtspunkt die vorspringenden Abschnitte der eingangsseitigen Scheibe an einem Abschnitt des äußeren Umfangsabschnittes der eingangsseitigen Scheibe vorgesehen, der sich näher bei einem Außendurchmesser derselben als bei einem Mittenabschnitt derselben befindet, und springen von diesem Abschnitt vor.

[0040] Gemäß einem vierten Gesichtspunkt der Erfindung ist ein stufenlos verstellbares Toroidgetriebe vorgesehen, das umfasst:

eine erste Getriebewelle;

eine zweite Getriebewelle, die konzentrisch zur ersten Getriebewelle zur Übertragung eines Drehmoments zwischen der ersten Getriebewelle und ihr selbst angeordnet ist;

eine einstückig mit der ersten Getriebewelle drehbare eingangsseitige Scheibe mit einer Innenfläche;

eine unabhängig von der ersten Getriebewelle drehbare ausgangsseitige Scheibe mit einer Innenfläche, die konzentrisch zur eingangsseitigen Scheibe angeordnet ist;

eine Vielzahl von Auflagern, die zwischen der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheibe angeordnet sind und um ihre jeweiligen Schwenkwellen, die an verdrehten Positionen bezüglich der Mittenachsen der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben angeordnet sind, schwenkbar sind;

eine Vielzahl von Verschiebewellen, die jeweils von Innenflächen der ihnen zugeordneten Auflager vorspringen; und eine Vielzahl von Antriebsrollkörpern, die von und zwischen den Innenflächen der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheibe so gehalten sind, dass sie drehbar auf ihren jeweiligen Verschiebewellen gehalten werden können, wobei ein nach außen gerichteter Flanschabschnitt an einer äußeren Umfangsfläche eines Endabschnittes der ersten Getriebewelle angeordnet ist, eine Vielzahl von Kerben in einem äußeren Umfangskantenabschnitt des Flanschabschnittes ausgebildet ist, eine Vielzahl von treibenden Vorsprungsabschnitten an einem Endabschnitt der zweiten Getriebewelle ausgebildet ist, und die Kerben der ersten Getriebewelle jeweils mit den treibenden Vorsprungelementen der zweiten Getriebewelle in Eingriff gelangen, um so ein Drehmoment zwischen der ersten und zweiten Getriebewelle zu übertragen.

[0041] Gemäß einem fünften Gesichtspunkt der Erfindung ist eine stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung vorgesehen, die umfasst:

eine Eingangswelle;

eine Ausgangswelle zum Ausleiten der auf der Drehung der Eingangswelle basierenden Leistung;

in stufenlos verstellbares Toroidgetriebe;

eine Planetengetriebeeinrichtung;

eine erste Leistungsübertragungsvorrichtung zur Übertragung einer in die Eingangswelle geleiteten Leistung durch das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe; und

eine zweite Leistungsübertragungsvorrichtung zur Übertragung der in die Eingangswelle geleiteten Leistung nicht durch das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe,

wobei das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe umfasst:

ein Paar von eingangsseitigen Scheiben, die jeweils eine Innenfläche aufweisen, an zwei Endabschnitten der Eingangswelle angeordnet sind und in Abhängigkeit von einer Drehung der Eingangswelle drehbar sind;

ein Paar von ausgangsseitigen Scheiben, die jeweils eine Innenfläche umfassen und jeweils an einem Umfang eines mittleren Abschnittes an der Eingangswelle so angeordnet sind, dass sie konzentrisch zu den eingangsseitigen Schei-

ben liegen, während ihre jeweiligen Innenflächen gegenüber den Innenflächen der eingangsseitigen Scheiben angeordnet sind, wobei die ausgangsseitigen Scheiben unabhängig von und synchron zu den eingangsseitigen Scheiben drehbar sind;

eine Vielzahl von Auflagern, die zwischen der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheibe angeordnet und um ihre jeweiligen Schwenkwellen, die an bezüglich der Mittenachsen der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheibe verdrehten Positionen angeordnet sind, schwenkbar sind;

eine Vielzahl von Verschiebewellen, die jeweils von Innenflächen der zugeordneten Auflager vorspringen;

eine Vielzahl von Antriebsrollkörpern, die von und zwischen den Innenflächen der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben so gehalten sind, dass sie drehbar auf ihren jeweiligen Verschiebewellen gehalten sind, und

eine Andrückvorrichtung, die am Umfang der Eingangswelle bezüglich einer Leistungsübertragungsrichtung parallel zur Eingangswelle angeordnet sind, um eine Kraft, mit der die eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben die Antriebsrollkörper in Abhängigkeit von einem Öldruck halten, in Übereinstimmung mit der Größe der zwischen den eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben zu übertragenden Leistung zu erzeugen,

wobei die Planetengetriebevorrichtung umfasst:

ein Sonnenrad,

ein am Umfang des Sonnenrades angeordnetes Ringrad; ein drehbar zwischen dem Sonnenrad und dem Ringrad angeordnetes Planetenrad, das kämmend in Eingriff mit dem Sonnenrad und dem Ringrad bringbar ist; und

einem Träger zum Halten des Planetenrades,

wobei die zweite Leistungsübertragungsvorrichtung eine Getriebewelle umfasst, die Getriebewelle eine Vielzahl von übertragenden Vorsprungelementen aufweist, die sich in eine Durchmesserrichtung derselben von einem Endabschnitt derselben nach außen erstrecken, eine Vielzahl von vorspringenden Abschnitten an einem Teil einer äußeren Umfangsfläche der eingangsseitigen Scheiben vorgesehen ist, wobei eine durch die erste Leistungsübertragungsvorrichtung zu übertragende Leistung und eine durch die zweite Leistungsübertragungsvorrichtung zu übertragende Leistung an jeweils zwei Elemente aus Sonnenrad, Ringrad und Träger übertragen werden kann, die Ausgangswelle mit dem übrigen Element aus Sonnenrad, Ringrad und Träger verbunden ist, und die übertragenden Vorsprungelemente der Getriebewelle sich in Eingriff mit den vorspringenden Abschnitten der eingangsseitigen Scheiben befinden, um auf diese Weise eine Drehkraft von den eingangsseitigen Scheiben zur Getriebewelle zu übertragen.

[0042] Gemäß einem sechsten Gesichtspunkt der Erfindung weist die stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung gemäß dem fünften Gesichtspunkt der Erfindung des Weiteren auf:

eine konzentrisch zur Eingangswelle angeordnete Antriebswelle mit einer Vielzahl von treibenden Vorsprungsabschnitten in einem Endabschnitt derselben,

wobei ein nach außen weisender Flanschabschnitt an einer äußeren Umfangsfläche eines Endabschnittes der Eingangswelle angeordnet ist, eine Vielzahl von Aussparungen in einem äußeren Umfangskantenabschnitt des Kragenabschnittes ausgebildet sind und die treibenden Vorsprungsabschnitte der Antriebswelle jeweils sich in Eingriff mit den Aussparungen der Eingangswelle befinden, wodurch die Antriebswelle die Eingangswelle antreiben und drehen kann.

[0043] Gemäß einem siebten Gesichtspunkt der Erfindung weist die stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung gemäß dem fünften Gesichtspunkt der Erfindung des Weiteren auf:

eine Betriebsartenumschaltvorrichtung zum Umschalten ei-

ner Betriebsart der Übertragung der in die Eingangswelle geleiteten Leistung an die Planetengetriebevorrichtung durch die erste und zweite Leistungsübertragungsvorrichtung, wobei die Betriebsartumschaltvorrichtung in der Lage ist, die drei folgenden Betriebsarten nacheinander umzuschalten: eine erste Betriebsart, bei der die Leistung nur unter Verwendung der ersten Leistungsübertragungsvorrichtung übertragen wird; eine zweite Betriebsart, bei der die Leistung unter Verwendung sowohl der ersten als auch der zweiten Leistungsübertragungsvorrichtung übertragen wird; und eine dritte Betriebsart, bei der nicht nur die Leistung nur unter Verwendung der ersten Leistungsübertragungsvorrichtung übertragen wird, sondern auch eine Drehrichtung der Ausgangswelle bezüglich der ersten und zweiten Betriebsarten umgekehrt ist.

[0044] Die grundsätzliche Funktion des wie oben aufgebauten stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes und der stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung gemäß der Erfindung, die ausgeführt wird, wenn eine Leistung zwischen den eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben oder zwischen der Eingangs- und Ausgangswelle übertragen wird und ein Übersetzungsverhältnis zwischen den eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben oder zwischen der Eingangs- und Ausgangswelle geändert wird, ist ähnlich der Funktion des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes und der stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung aus dem Stand der Technik, wie sie in den Fig. 8 bis 14 gezeigt und zuvor beschrieben wurden.

[0045] Insbesondere kann bei dem erfindungsgemäßen, stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe und der erfindungsgemäßen, stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung aufgrund des Eingriffs zwischen der Vielzahl der vorspringenden Abschnitte, die an der Hälfte der Außenfläche der Scheibe nahe ihrem Außendurchmesser ausgebildet sind, und den vorderen Endabschnitten der übertragenden Vorsprüngelemente, die am Getriebeelement zur Übertragung des Drehmoments ausgebildet sind, oder aufgrund des Eingriffs der Vielzahl von Aussparungen, die im äußeren Kantenabschnitt des an der Drehwelle oder der Eingangswelle ausgebildeten Kragenabschnittes ausgebildet sind, und den vorderen Endabschnitten der treibenden vorspringenden Abschnitte eine Übertragung eines großen Drehmoments auf geeignete Weise in den jeweiligen Leistungsübertragungsteilen realisiert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0046] Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht der Hauptelemente eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels;

[0047] Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Ansicht der linken Hälfte der Fig. 1;

[0048] Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie A-A der Fig. 1;

[0049] Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht einer eingangsseitigen Scheibe, die zur Übertragung eines Drehmoments zwischen einer Getriebewelle und sich selbst verwendet wird, wobei ein Zustand derselben in einer Ansicht aus der gleichen Richtung wie bei der Fig. 1 dargestellt ist;

[0050] Fig. 5 zeigt eine Ansicht der eingangsseitigen Scheibe, in einer Richtung von der rechten Seite der Fig. 1;

[0051] Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht der Eingangswelle aus der selben Richtung wie bei der Fig. 1;

[0052] Fig. 7 zeigt eine Ansicht der Eingangswelle in einer Richtung aus der linken Seite der Fig. 6;

[0053] Fig. 8 zeigt eine Seitenansicht des Grundaufbaus eines stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes aus dem Stand der Technik im Zustand der größten Untersetzung;

[0054] Fig. 9 zeigt eine Ansicht des Grundaufbaus des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes aus dem Stand der Technik in einem Zustand der größten Übersetzung;

[0055] Fig. 10 zeigt eine Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels aus dem Stand der Technik;

[0056] Fig. 11 zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie B-B der Fig. 10;

[0057] Fig. 12 zeigt eine teilweise geschnittene Vorderansicht der Hauptelemente eines ersten Ausführungsbeispiels einer Ausgestaltung aus dem Stand der Technik zur Erhöhung der übertragbaren Leistung;

[0058] Fig. 13 zeigt eine teilweise geschnittene Vorderansicht der Hauptelemente eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Ausgestaltung aus dem Stand der Technik zur Erhöhung der übertragbaren Leistung; und

[0059] Fig. 14 zeigt eine schematische Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels einer stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung, die aus einer Kombination eines stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes und eines Planetengetriebes besteht.

Genaue Beschreibung der Erfindung

[0060] Die Fig. 1 bis 7 zeigen ein Ausführungsbeispiel, wie die Erfindung ausgeführt werden kann. Bei der dargestellten Ausführungsform ist eine stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung dargestellt, die durch Kombination eines stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30a und einer Planetengetriebevorrichtung 31a gebildet ist. Die vorliegende stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung umfasst eine Eingangswelle 11b, eine Ausgangswelle 40a, das oben erwähnte stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30a, die oben erwähnte Planetengetriebevorrichtung 31a, eine erste Leistungsübertragungsvorrichtung 45a und eine zweite Leistungsübertragungsvorrichtung 53. Die Eingangswelle 11b ist dabei mit einer Antriebsquelle, wie beispielsweise einem Motor 37 (vgl. Fig. 14) verbunden, so dass die Eingangswelle 11b durch diese Antriebsquelle angetrieben oder gedreht werden kann. Die Ausgangswelle 40a wird dazu verwendet, die aufgrund der Drehung der Eingangswelle 11b erzeugte Leistung auszuleiten. Die Ausgangswelle 40a ist außerdem mit einer Radantriebswelle (nicht gezeigt) über ein Differentialgetriebe (nicht gezeigt) verbunden.

[0061] Das vorliegende stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30a ist ein Getriebe der Bauart mit zwei Hohlräumen (double-cavity type), wie es in den Fig. 13 und 14 dargestellt ist. In jedem der doppelten Hohlräume sind drei Auflager 7, 7 und drei Antriebsrollkörper 9, 9 angeordnet. Somit befinden sich insgesamt sechs Auflager und insgesamt sechs Antriebsrollkörper in den doppelten Hohlräumen des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30a. Ein derartiges stufenlos verstellbares Toroidgetriebe 30a ist so aufgebaut, dass ein Paar von eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B an den beiden Endabschnitten der Eingangswelle 11b so gelagert sind, dass ihre jeweiligen Innenflächen 2a, 2a einander gegenüberliegen und sich synchron zur Eingangswelle 11b drehen können. Die eingangsseitige Scheibe 2A der beiden eingangsseitigen Scheiben, die an dem sockelseitigen Ende (d. h. der Seite der Antriebsquelle, in den Fig. 1 und 2 der linken Seite) der Eingangswelle 11b angeordnet ist, ist über eine Kugelverzahnung 54 an der Eingangswelle 11b so gehalten, dass sie in axialer Richtung der Eingangswelle 11b verschoben werden kann. Die eingangsseitige Scheibe 2B an der vorderen End- oder Stirnseite (d. h. der von der Antriebsquelle beabstandeten Seite, in den Fig. 1 und 2 der rechten Seite) der Eingangswelle 11b ist an der Eingangswelle 11b so befestigt, dass die Rückfläche der eingangsseitigen Scheibe 2B durch eine Belastungsmutter 55 gehalten

ist, während die eingangsseitige Scheibe 2B über eine Keilverzahnung sich mit dem vorderen Endabschnitt der Eingangswelle 11b im Eingriff befindet.

[0062] Am Umfang des mittleren Abschnittes der Eingangswelle 11b, der zwischen dem Paar der eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B liegt, ist ein Paar von ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 so angeordnet, dass ihre jeweiligen Innenflächen 4a, 4a den Innenflächen 2a, 2a der eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B so gegenüberliegen, dass sie sich synchron zueinander drehen können. Außerdem sind zwischen den Innenflächen 2a, 4a der eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B und der ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 Antriebsrollkörper 9, 9 angeordnet, die jeweils an den Innenflächen der zugeordneten Auflager 7, 7 drehbar gehalten sind.

[0063] Um die jeweiligen Auflager 7, 7 zu halten, ist ein Rahmen 57 mit einem Befestigungsabschnitt 56 mit drei Stiften 59, 59 befestigt. Der Befestigungsabschnitt 56 ist an der Innenfläche eines Gehäuses 5a ausgebildet. Die Stifte 59, 59 sind jeweils durch die ihnen zugeordneten drei Befestigungsöffnungen 58, 58 eingesetzt, die an drei Positionen am Außendurchmesserseitigen Endabschnitt des Rahmens 57 ausgebildet sind. Drei Muttern 60, 60 sind jeweils mit den zugehörigen Stiften 59, 59 verschraubt. Bei der dargestellten Ausführungsform ist ein Getriebegehäuse 61 durch die Stifte 59, 59 und die Muttern 60, 60 zwischen dem Befestigungsabschnitt 56 und dem Rahmen 57 befestigt. An der Innendurchmesserseite des Getriebegehäuses 61 ist eine Hülse 62 über ein Paar von Wälzlager 63, 63 drehbar gelagert. Dabei kommt das Paar von ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 konkav und konvex mit den beiden Endabschnitten der Hülse 62 in Eingriff. Ein Ausgangsgetriebe- oder Zahnrad 12b, das an der äußeren Umfangsfläche des mittleren Abschnittes der Ausgangshülse 62 angeordnet ist, ist im Inneren des Getriebegehäuses 61 aufgenommen.

[0064] Der Rahmen 57 ist insgesamt sternförmig ausgebildet und der in Durchmesserrichtung mittlere Abschnitt des Rahmens 57 oder der Außendurchmesser desselben ist aufgespalten, um auf diese Weise drei Halteabschnitte 64, 64 in in Umfangsrichtung des Rahmens 57 gleichmäßigen Abständen zu bilden. Die mittleren Abschnitte der Halteabschnitte 19a, 19a sind an den in Durchmesser mittleren Abschnitten dieser Halteabschnitte 64, 64 mittels zweiten Schwenkwellen 65, 65 jeweils schwenkbar gelagert. Ein jedes der Halteabschnitte 19a, 19a umfasst einen zylinderförmigen Befestigungsabschnitt 66, der am Umfang der jeweils zugeordneten zweiten Schwenkwelle 65, 65 angeordnet ist, sowie ein Paar von Halteplattenabschnitten 67, 67, die in Durchmesserrichtung des jeweils zugeordneten Halteabschnittes 19a von der äußeren Umfangsfläche des Befestigungsabschnittes 66 nach außen vorspringen. Das Paar von Halteplattenabschnitten 67, 67 schneidet sich in einem Winkel 120°. Daher verlaufen die Halteplattenabschnitte 67, 67 der Halteabschnitte 19a, 19a, die in Umfangsrichtung des Rahmens 57 aneinandergrenzen, parallel zueinander.

[0065] In den Halteplattenabschnitten 67, 67 sind jeweils kreisförmige Öffnungen 68, 68 eingeformt. Wenn die Halteabschnitte 19a, 19a in ihren neutralen Stellungen gehalten sind, sind die kreisförmigen Öffnungen 68, 68 konzentrisch zueinander, die in den Halteplattenabschnitten 67, 67 der Halteabschnitte 19a, 19a, die aneinander in Umfangsrichtung des Rahmens 47 grenzen, ausgebildet sind. Die Schwenkwellen 6, 6, die auf jeweils den beiden Endabschnitten der Auflager 7, 7 angeordnet sind, sind jeweils in ihren zugehörigen kreisförmigen Öffnungen 68, 68 durch die zugehörigen Radialnadelrollenlager 69, 69 gelagert. Die Radialnadelrollenlager 69, 69 umfassen jeweils äußere Laufflächen 70, 70, wobei jede äußere Lauffläche 70, 70 eine äußere Umfangsfläche aufweist, die als eine kugelförmig konvexe Fläche

ausgebildet ist. Die beiden äußeren Laufflächen 70, 70 sind jeweils in ihre zugehörigen kreisförmigen Öffnungen 68, 68 so eingepasst, dass zwischen ihnen kein Spiel auftritt und sie verschwenkbar verschoben werden können. In einem Teil der jeweiligen Halteplattenabschnitte 67, 67 sind bogenförmige, längliche Öffnungen 71, 71 ausgebildet, die jeweils zu ihren zugehörigen kreisförmigen Öffnungen 68, 68 konzentrisch verlaufen. Stifte 72, 72, die vorspringend an den Endflächen (Schulterabschnitten) der jeweiligen Auflager 7, 7 vorgesehen sind, greifen locker in die zugehörigen länglichen Öffnungen 71, 71 und bilden dadurch eine Anschlagvorrichtung, um die Neigungswinkel der Auflager 7, 7 mit ihren jeweiligen Schwenkwellen 6, 6 als deren Zentren zu begrenzen.

[0066] An den Innenflächen der Auflager 7, 7, die auf diese Weise im Inneren des Gehäuses 5a gehalten sind, sind ähnlich wie bei der zuvor beschriebenen Anordnung aus dem Stand der Technik die Antriebsrollkörper 9, 9 über die Verschiebewellen 8 gehalten. Die Umfangsflächen 9a, 9a der Antriebsrollkörper 9, 9 berühren die Innenflächen 2a, 4a der Scheiben 2A, 2B, 4. Außerdem ist zwischen der eingangsseitigen Scheibe 2A am sockelseitigen Ende und der Eingangswelle 11b eine Andrückvorrichtung 36a der mit Öldruck betriebenen Bauart angeordnet, um in den Kontaktabschnitten zwischen den jeweiligen Flächen 9a, 2a, 4a ausreichende Flächendrücke sicherzustellen, so dass durch das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30a eine Leistungsübertragung mit einem guten Wirkungsgrad stattfinden kann.

[0067] Um die Andrückvorrichtung 36a zu bilden, ist ein nach außen weisender Flanschabschnitt 73 fest an dem Endabschnitt nahe dem Sockel der äußeren Umfangsfläche der Eingangswelle 11b befestigt. Gleichzeitig ist ein Zylinderrohr 74 öldicht in die Außenfläche der eingangsseitigen Scheibe 2A an dem sockelseitigen Ende der Eingangswelle 11b eingepasst und an dieser befestigt, so dass es in axialer Richtung der Eingangswelle 11b von der Außenfläche (in den Fig. 1 und 2 der linken Fläche) der eingangsseitigen Scheibe 2A vorspringt. Der Innendurchmesser des Zylinderrohrs 75 ist in dessen in axialer Richtung mittleren Abschnitt klein und an den beiden Endabschnitten groß gewählt. Die eingangsseitige Scheibe 2A ist öldicht in die Innenfläche des Abschnittes mit großem Durchmesser des zylindrischen Rohres 74 am vorderen Ende desselben so eingepasst, dass sie in axialer Richtung verschoben werden kann. Außerdem ist an der inneren Umfangsfläche des mittleren Abschnittes des Zylinderrohrs 74 ein nach innen gerichteter, flanschförmiger Teilungsplattenabschnitt 75 angeordnet. Des Weiteren ist zwischen der inneren Umfangsfläche des Zylinderrohrs 74 und der äußeren Umfangsfläche der Eingangswelle 11b ein erstes Kolbenelement 76 angeordnet.

[0068] Das erste Kolbenelement 76 weist eine nach außen gerichtete, flanschförmige Teilungswandplatte 78 auf, die in der äußeren Umfangsfläche des mittleren Abschnittes eines Halterohrabschnittes 77 einpassbar in die Außenfläche der Eingangswelle 11b ausgebildet ist, während die äußere Umfangskante der Teilungswandplatte 78 verschieblich und öldicht den Abschnitt von kleinem Durchmesser des mittleren Abschnittes der inneren Umfangsfläche des Zylinderrohrs 74 so berührt, dass sie in axialer Richtung desselben verschoben werden kann. Außerdem berührt bei dieser Anordnung die innere Umfangskante des Teilungsplattenabschnittes 75 die äußere Umfangsfläche des Halterohrabschnittes 77 verschieblich und öldicht so, dass sie in axialer Richtung desselben verschoben werden kann. Zwischen der äußeren Umfangsfläche des Sockelendabschnittes des Halterohrabschnittes 77 und der inneren Umfangsfläche des Sok-

kelendabschnittes des Zylinderrohrs 74 ist ein zweites, kreisringförmiges Kolbenelement 79 angeordnet. Das zweite Kolbenelement 79 ist so aufgebaut, dass nicht nur dessen Seitenfläche an seinem sockelseitigen Ende den Flanschabschnitt 73 berührt, um dadurch eine Verschiebung des zweiten Kolbenelements 79 in axialer Richtung zu verhindern, sondern auch um die inneren und äußeren Umfangskanten bezüglich der äußeren Umfangsfläche des Sockelendabschnittes des Sockelrohrabschnittes 77 und der inneren Umfangsfläche des Sockelendabschnittes des Zylinderrohrs 74 öldicht zu halten.

[0069] Außerdem wird das Zylinderrohr 74 mit dem Teilungsplattenabschnitt 75 durch eine Vorspannfeder, wie beispielsweise eine versenkte Feder 80, die zwischen dem Teilungsplattenabschnitt 75 und dem zweiten Kolbenelement 79 angeordnet ist, gegen die eingangsseitige Scheibe 2A gedrückt. Daher wird die eingangsseitige Scheibe 2A zumindest durch eine Andrückkraft, die der Elastizität der versenkten Feder 80 entspricht, so gedrückt (selbst wenn in die Andrückvorrichtung 36a kein Öldruck eingeleitet wird), dass sie einen Flächendruck auf die Kontaktabschnitte zwischen den jeweiligen Flächen 9a, 2a, 4a ausübt, der der Elastizität der versenkten Feder 80 entspricht. Wenn folglich eine sehr kleine Leistung durch das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30a übertragen wird, kann die Elastizität der versenkten Feder 80 die jeweiligen Flächen 9a, 2a, 4a so beaufschlagen, dass sie gegen Durchrutschen an ihren jeweiligen Kontaktabschnitten gesichert sind (bis auf eine unvermeidliche Drehung).

[0070] Zusätzlich kann in Öldruckkammern, die jeweils nicht nur zwischen dem zweiten Kolbenelement 79 und dem Teilungsplattenabschnitt 75, sondern auch zwischen der Teilungswandplatte 78 und der eingangsseitigen Scheibe 2A liegen, durch eine in der Eingangswelle 11b ausgeformte Mitteneröffnung 81 ein Öldruck eingeleitet werden. Die Mitteneröffnung 81 ist über ein Öldruck-Regelventil (nicht dargestellt) mit einer Öldruckquelle (nicht dargestellt), beispielsweise einer Druckpumpe, verbunden. Wenn sich die stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung mit dem stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe 30 sich im Betrieb befindet, wird der Öldruck, der durch das Öldruck-Regelventil in Abhängigkeit von der Größe der zu übertragenden Leistung geregelt wird, in die jeweiligen Öldruckkammern geleitet, um gegen die eingangsseitige Scheibe 2A zu drücken. Dadurch wirkt die Flächenkraft, die der Größe der Leistung entspricht, auf die jeweiligen Kontaktabschnitte zwischen den Flächen 9a, 2a, 4a.

[0071] Der auf die jeweiligen Kontaktabschnitte wirkende Flächendruck entspricht in diesem Fall dem Flächendruck basierend auf dem Öldruck und dem Flächendruck basierend auf der versenkten Feder 80. Daher kann der Öldruck, der notwendig ist, einen Schlupf in den jeweiligen Kontaktabschnitten bei der Leistungsübertragung zu verhindern, um einen Betrag verringert werden, der der Elastizität der versenkten Feder 80 entspricht. Folglich können die Verluste (Pumpenverluste), die auf dem Antrieb der Öldruckquelle beruhen, um einen Betrag verringert werden, der der Anordnung der versenkten Feder 80 entspricht. Außerdem ist beim dargestellten Ausführungsbeispiel die Andrückvorrichtung 36a von einer Andrückvorrichtung der Bauart mit doppelten Kolben gebildet, die nicht nur ohne eine Erhöhung des Durchmessers eine ausreichende Druckaufnahme fläche bietet, sondern auch den zur Erzeugung der Andrückkraft benötigten Öldruck verringern kann. Auch in dieser Hinsicht kann somit der Pumpenverlust verringert werden. Übrigens kann als ein Parameter, in Abhängigkeit dessen der Öldruck geregelt wird, nicht nur die Größe der übertragenden Leistung, sondern es können auch verschiedene andere, den Be-

trieb des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30 beeinflussende Parameter verwendet werden, wie das Übersetzungsverhältnis und die Temperatur des Gleitöls.

[0072] Die Übertragung einer Drehkraft von einer Antriebswelle 82, die als eine zweite Drehwelle dient, zu der als erste Drehwelle dienenden Eingangswelle 11d erfolgt durch den Flanschabschnitt 73. Zu diesem Zweck sind an einer Vielzahl von Positionen am äußeren Umfangskantenabschnitt des Flanschabschnittes 73 die in den Fig. 6 und 7 dargestellten Aussparungen oder Kerben 83, 83 ausgebildet. Gleichzeitig befinden sich die Kerben 83, 83 im Eingriff mit antreibenden Vorsprüngen 84, 84, die am Endabschnitt der Antriebswelle 82 angeordnet sind. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein nach außen weisender, flanschförmiger Verbindungsabschnitt 85 am Endabschnitt der Antriebswelle 82 angeordnet. Die Antriebsvorsprünge 84, 84 sind vorspringend an dem nahe dem Außendurchmesser liegenden Endabschnitt der einen Fläche des Verbindungsabschnittes 85 vorgesehen.

[0073] Des Weiteren sind an den Auflagern 7, 7 jeweils Betätigungseinrichtungen 17a, 17b von der mit Öldruck beaufschlagten Bauart vorgesehen, so dass die Auflager 7, 7 in axialer Richtung der Schwenkwellen 6, 6, die an den beiden Endabschnitten derselben angeordnet sind, angetrieben und verschoben werden können. Von diesen Auflagern 7, 7 kann das am unteren Mittenabschnitt der Fig. 3 angeordnete Auflager in axialer Richtung der Schwenkwellen 6, 6, die an den beiden Endabschnitten derselben angeordnet sind, über Hebelarme 86, 86 mittels eines Paares von Betätigungseinrichtungen 17a, 17a angetrieben und bewegt werden. Die Betätigungseinrichtungen 17a, 17a sind jeweils einfach wirkende Betätigungseinrichtungen (die in der Lage sind, eine Kraft nur in Richtung des Herausdrückens zu erzeugen), deren Schieberichtungen einander gegenüberliegen. Wenn das Auflager 7 verschoben wird, wird Öldruck in die Öldruckkammer einer Betätigungseinrichtung 17a geleitet, während die Öldruckkammer der anderen Betätigungseinrichtung 17a freigegeben wird. Alternativ können die Auflager 7, 7, die an den beiden Oberseiten der Fig. 5b angeordnet sind, in axialer Richtung ihrer jeweiligen Schwenkwellen 6, 6, die an den beiden Endabschnitten derselben angeordnet sind, durch doppelwirkende Betätigungseinrichtungen 17b, 17b angetrieben und verschoben werden (die jeweils in Abhängigkeit von einem Umschalten zwischen der Zufuhr und dem Ablassen des Öldrucks eine Schubkraft oder Zugkraft erzeugen).

[0074] Die Verschiebefunktionen von insgesamt sechs Auflagern 7, 7, die beim stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe 30a vorgesehen sind, werden synchron zueinander über die gleiche Länge ausgeführt, indem die gleiche Menge an Drucköl den jeweiligen Betätigungseinrichtungen 17a, 17b über das Regelventil 21 (vgl. Fig. 12) zugeleitet oder von diesen abgelassen wird. Zu diesem Zweck ist eine Vorlaufnocke 28 am Endabschnitt eines Stabes bzw. einer Stange 87 befestigt, die zusammen mit einem beliebigen Auflager 7 (beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist dies das Auflager 7, das sich an der oberen linken Seite der Fig. 3 befindet) verschoben wird, so dass die Stellung des vorliegenden Auflagers 7 über die Verbindung 29 zur Spule 24 des Regelventils 21 übertragen werden kann.

[0075] Die unabhängige Betätigung des wie oben aufgebauten stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30a ist wie folgt. Während im Betrieb durch die Andrückvorrichtung 36a gegen die eingangsseitige Scheibe 2A am sockelseitigen Ende gedrückt wird, dreht sich die Eingangswelle 11b. Als Ergebnis dessen dreht sich das Paar von eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B, die jeweils an den beiden Endabschnitten der Eingangswelle 11b angeordnet sind und in Richtung der

ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 gedrückt werden. Die Drehbewegungen der eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B werden durch die Antriebsrollkörper 9, 9 auf die ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 übertragen. Die Drehbewegungen der ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 werden dann durch die Ausgangshülse 82 und das Ausgangsgetriebe 12b ausgeleitet.

[0076] Wenn die Auflager 7, 7, an denen die Antriebsrollkörper 9, 9 gehalten sind, verschwenkt und verschoben werden, um das Übersetzungsverhältnis zwischen den eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B und den ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 zu ändern, werden die Auflager 7, 7 jeweils durch ihre zugehörigen Betätigungseinrichtungen 17a, 17b in die axialen Richtungen der zugehörigen, an jeweils den beiden Endabschnitten der Auflager 7, 7 angeordneten Schwenkwellen 6, 6 verschoben und, in der gleichen Hubbewegung, relativ zur Umfangsrichtung der eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B und der ausgangsseitigen Scheiben 4, 4. Wenn die Auflager 7, 7 auf diese Weise verschoben werden, werden die Richtungen der Tangentialkräfte, die in den Kontaktabschnitten zwischen den Umfangsflächen 9a, 9a der durch die Auflager 7, 7 gehaltenen Antriebsrollkörper 9, 9 und den Innenflächen 2a, 4a der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben 2A, 2B, 4 wirken, verändert. Auf diese Weise werden die Kontaktabschnitte, wie in den zuvor erläuterten Fig. 8 und 9 dargestellt ist, zwischen den Umfangsflächen 9a, 9a der Antriebsrollkörper 9, 9 und der Innenflächen 2a, 4a der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben 2A, 2B, 4 verändert, wodurch das Übersetzungsverhältnis zwischen den eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B und den ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 verändert wird.

[0077] Außerdem wird die Verschiebewegung der Auflager 7 in der oberen linken Seite der Fig. 3, die auf die Zufuhr und das Ablassen von Drucköl in die Betätigungseinrichtungen 17a, 17b zurückzuführen ist, durch die Vorlaufnocke 28 und die Verbindung 29 auf die Spule 24 übertragen und die Spule 24 in ihre axiale Richtung verschoben. In einem Zustand, in dem die Betätigungseinrichtungen 17a, 17b die Auflager 7, 7 um einen vorbestimmten Hub verschoben haben, wird der Strömungsdurchlass des Steuerventils 21 verschlossen, um somit die Zufuhr und das Ablassen des Drucköls in die Betätigungseinrichtungen 17a, 17b zu stoppen. Die Verschiebelängen der Auflager 7, 7 in die axialen Richtungen der zugehörigen Schwenkwellen 6, 6 können so eingerichtet werden, dass sie dem Verschiebebetrag der Hülse 23 (vgl. Fig. 12), der vom Steuermotor 25 erzeugt wird, entsprechen.

[0078] Bei dem wie oben beschriebenen Aufbau und der Funktion des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30a umfasst die mit dem stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe 30 zu kombinierende Planetengetriebevorrichtung 31a ein Sonnenrad 41, ein Ringrad 32 und Planetenradsätze 43, 43. Das Sonnenrad 41 ist am eingangsseitigen Endabschnitt (in der Fig. 1 dem linken Endabschnitt) der Ausgangswelle 40a befestigt. Folglich kann sich die Ausgangswelle 40a entsprechend einer Drehung des Sonnenrades 41 drehen. Das Ringrad 32 ist am Umfang des Sonnenrades 41 so gehalten, dass es konzentrisch zum Sonnenrad 41 verläuft und gedreht werden kann. Zwischen der inneren Umfangsfläche des Ringrades 32 und der äußeren Umfangsfläche des Sonnenrades 41 ist eine Vielzahl von Planetenradsätzen 43, 43 angeordnet. Jeder Satz besteht aus einem Paar von Planetenrädern 42a, 42b. Jedes Paar von Planetenrädern 42a, 42b steht miteinander kämmend im Eingriff, während gleichzeitig das Planetenrad 42a, das an der Außendurchmesserseite gelegen ist, kämmend mit dem Ringrad 32 im Eingriff steht. Das an der Seite des Innendurchmessers angeordnete Planetenrad 42b steht kämmend im Eingriff mit dem Sonnenrad 41. Die auf diese Weise aufgebauten Planetenradsätze 43, 43 sind an

einer Seitenfläche (in Fig. 1 der linken Seitenfläche) eines Trägers 44 drehbar gehalten. Der Träger 44 ist am Umfang des mittleren Abschnittes der Ausgangswelle 40a drehbar gelagert.

[0079] Der Träger 44 ist mit über die erste Leistungsübertragungsvorrichtung 45a mit dem Paar von ausgangsseitigen Scheiben 4, 4, die Teil des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30a sind, so verbunden, dass die Drehleistung zwischen ihnen übertragen werden kann. Die erste Leistungsübertragungsvorrichtung 45a ist so aufgebaut, dass parallel zur Eingangswelle 11b und Ausgangswelle 40a eine Getriebewelle 46a vorgesehen ist, an deren einem Endabschnitt (in Fig. 1 dem linken Endabschnitt) ein Zahnrad 88 befestigt ist und die kämmend mit dem Ausgangsgetriebe oder -zahnrad 12b in Eingriff steht. Am Umfang des mittleren Abschnittes der Ausgangswelle 40a ist eine Hülse 89 drehbar angeordnet. Ein an der äußeren Umfangsfläche der Hülse 89 gehaltenes Zahnrad 90 gelangt kämmend mit einem Zahnrad 91, das am anderen Endabschnitt (in Fig. 1 dem rechten Endabschnitt) der Getriebewelle 46a angebracht ist, über ein lose mitlaufendes Zahnrad (nicht gezeigt) in Eingriff. Des Weiteren ist der Träger 44 am Umfang der Hülse 89 über einen kreisringförmigen Verbindungshalter 101 so gehalten, dass er sich synchron zur Hülse 89 drehen kann. Wenn daher die ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 gedreht werden, kann sich der Träger 44 in die entgegengesetzte Drehrichtung zur Drehrichtung der ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 mit einer Drehgeschwindigkeit drehen, die der Anzahl der Zähne in den jeweiligen Zahnradern 12b, 88, 90, 91 entspricht. Außerdem ist zwischen dem Träger 44 und der Ausgangswelle 40a eine Niedriggeschwindigkeitskupplung 51a angeordnet.

[0080] Die Eingangswelle 11b und das Ringrad 32 sind miteinander durch die eingangsseitige Scheibe 2B, die am vorderen Endabschnitt der Eingangswelle 11b gelagert ist, und über eine Getriebewelle 34a verbunden, die konzentrisch zur Eingangswelle 11b so angeordnet ist, dass die Drehkraft zwischen ihnen übertragen werden kann. Um diese Anordnung zu erhalten, ist in einem Abschnitt der Außenfläche (vgl. fig. 1 und 2) der eingangsseitigen Scheibe 2B, der in einer näher dem Außendurchmesser als dem mittleren Abschnitt der Außenfläche gelegenen Hälfte angeordnet ist, wie in den Fig. 4 und 5 dargestellt ist, eine Vielzahl von vorspringenden Abschnitten 92, 92 vorspringend vorgesehen. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die vorspringenden Abschnitte 92, 92 jeweils bogenförmig ausgebildet und mit Unterbrechungen und in regelmäßigen Abständen am selben Bogen mit der Mittelnachse der eingangsseitigen Scheibe 2B als dessen Mittelpunkt angeordnet. Die zwischenliegenden Abschnitte zwischen den in Umfangsrichtung liegenden Endflächen der vorspringenden Abschnitte 92, 92, die aneinander in Umfangsrichtung desselben Bogen grenzen, sind als Sicherungskerben bzw. -ausparungen 93, 93 ausgebildet. Mit anderen Worten sind die Sicherungskerben 93, 93 durch Ausschneiden und Entfernen kurzer zylindrischer Abschnitte, die an der Außenfläche der eingangsseitigen Scheibe 2B angeordnet sind und von dieser hervorragen, geformt. Die zwischenliegenden Abschnitte zwischen den Sicherungskerben 93, 93, die aneinander in Umfangsrichtung des selben Bogens angrenzen, sind als die vorspringenden Abschnitte 92, 92 ausgebildet.

[0081] Des Weiteren ist am sockelseitigen Endabschnitt der Getriebewelle 34a, die als ein Übertragungselement dient, ein Getriebeflansch 95 mittels eines konisch-zylinderförmigen Getriebezyylinderabschnittes 95 angeordnet. Im äußeren Umfangskantenabschnitt des Getriebeflansches 95 ist dieselbe Anzahl von übertragenden Vorsprüngelementen 96, 96 in gleichmäßigen Abständen bezüglich der Umfangsrichtung der Getriebewelle 34a ausgebildet, wie Sicherungsker-

ben 93, 93 vorhanden sind. Die übertragenden Vorsprungelemente 96, 96 befinden sich jeweils mit den zugehörigen Sicherungskerbene 93, 93 im Eingriff, wodurch es möglich ist, dass zwischen der eingangsseitigen Scheibe 2B und der Getriebewelle 34a ein Drehmoment übertragen werden kann. Der Durchmesser der sich im Eingriff befindlichen Abschnitte zwischen den übertragenden Vorsprungelementen 96, 96 und den Sicherungskerbene 93, 93 ist ausreichend groß, so dass ein ausreichend großes Drehmoment zwischen der eingangsseitigen Scheibe 2B und der Getriebewelle 34a übertragen werden kann.

[0082] Um übrigens das zwischen der eingangsseitigen Scheibe 2B und der Getriebewelle 34a übertragbare Drehmoment so stark wie möglich zu erhöhen, können die vorspringenden Abschnitte 92, 92 an dem nahe dem Außendurchmesser gelegenen Endabschnitt (äußeren Umfangskantenabschnitt) der Außenfläche der eingangsseitigen Scheibe 2B ausgebildet sein. Wenn jedoch die vorspringenden Abschnitte 92, 92 an dem nahe dem Außendurchmesser gelegenen Endabschnitt (äußeren Umfangskantenabschnitt) der Außenfläche der eingangsseitigen Scheibe 2B ausgebildet sind, ist es schwierig, die Fertigungsgenauigkeit der Innenfläche 2a der eingangsseitigen Scheibe 2B aufrechtzuerhalten. Die Innenfläche 2a, die die Umfangsfläche 9a der Antriebsrollkörper 9 abwälzend berührt, um dadurch ein Drehmoment zu übertragen, muss hinsichtlich ihrer Form und Maßhaltigkeit sehr genau gefertigt werden. Die Endbearbeitung der Innenfläche 2a wird so ausgeführt, dass, während die Außenfläche der eingangsseitigen Scheibe 2B gehalten wird, ein Schleifstein fest gegen die Innenfläche 2a gedrückt wird. Bei diesem Bearbeitungsvorgang muss, um nicht nur die elastische Verformung der eingangsseitigen Scheibe 2B zu begrenzen, sondern auch die Form und Maßhaltigkeit der Innenfläche 2a genau einzuhalten, der nahe dem äußeren Durchmesser gelegene Abschnitt der Achsenfläche der eingangsseitigen Scheibe 2B abgestützt werden.

[0083] Zu diesem Zweck ist beispielsweise in dem nahe dem äußeren Durchmesser gelegenen Abschnitt der Außenfläche der eingangsseitigen Scheibe 2B, der an den äußeren Umfangsflächen der jeweiligen vorspringenden Abschnitte 92, 92 angeordnet ist, ein ebener Abschnitt 97 ausgebildet, der eine Weite W_{97} von 10 mm oder mehr in Durchmesserrichtung aufweist. Bei dem oben beschriebenen Endbearbeitungsvorgang wird der ebene Abschnitt 97 dazu verwendet, den nahe dem Außendurchmesser gelegenen Abschnitt der Außenfläche der eingangsseitigen Scheibe B abzustützen. Außerdem wird die Länge der jeweiligen übertragenden Vorsprungelemente 96, 96 in Umfangsrichtung so nahe wie möglich an die Weite der Sicherungskerbene 93, 93 in Umfangsrichtung angepasst, so dass die übertragenden Vorsprungelemente 96, 96 jeweils mit den dazugehörigen Sicherungskerbene 93, 93 ohne Spiel zwischen den beiden in Eingriff gelangen können.

[0084] Außerdem ist der vordere Endabschnitt (in Fig. 1 der rechte Endabschnitt) der Getriebewelle 34a drehbar am mittleren Abschnitt des Sonnenrades 41 gehalten. Des Weiteren ist am Umfang des mittleren Abschnittes der Getriebewelle 34a das Ringrad 32 durch einen kreisringförmigen Verbindungshalter 98 und eine Hochgeschwindigkeitskupplung 35a (die später beschrieben wird) so gehalten, dass es sich synchron zur Getriebewelle 34a drehen kann. Wenn somit die Hochgeschwindigkeitskupplung 35a eingerückt wird, dreht sich das Ringrad 32 in Abhängigkeit von einer Drehung der Eingangswelle 11b in die gleiche Richtung und mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Eingangswelle 11b.

[0085] Die vorliegende stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung umfasst eine Kupplungsvorrichtung, die eine

Betriebsartenumschaltvorrichtung darstellt. Die Kupplungsvorrichtung umfasst die oben erwähnte Kupplung 35a, die oben erwähnte Niedergeschwindigkeitskupplung 51a und eine Rückfahrkupplung 52a, die zwischen dem Ringrad 32 und einem festen Abschnitt, wie beispielsweise einer innerhalb des Gehäuses der stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung ausgebildeten, festen Wand 99 angeordnet ist. Die Kupplungen 35a, 51a und 52a sind allesamt Mehrscheibennasskupplungen und können in Abhängigkeit von der Zufuhr und dem Ableiten von Drucköl in jeweils das Innere von an den Kupplungen angebrachten Öldruckzylindern eingerückt und ausgerückt werden. Wenn eine beliebige dieser Kupplungen eingerückt ist, sind die beiden anderen Kupplungen ausgerückt.

[0086] Bei der wie oben aufgebauten stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung findet zunächst im Betrieb mit niedriger Geschwindigkeit eine Leistungsübertragung gemäß einer ersten Betriebsart statt. Die Niedergeschwindigkeitskupplung 51a wird eingerückt und gleichzeitig werden die Hochgeschwindigkeitskupplung 35a und die Rückfahrkupplung 52a ausgerückt. Wenn in diesem Zustand die Eingangswelle 11b gedreht wird, kann nur das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30a die Leistung von der Eingangswelle 11b zur Ausgangswelle 40a übertragen. In diesem Zustand wird die Drehbewegung des Ausgangszahnrades 12b des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30a über die erste Leistungsübertragungsvorrichtung 45a zum Träger 44 übertragen. Aufgrund der eingerückten Niedergeschwindigkeitskupplung 51a wird die Drehbewegung des Trägers 44, so wie sie ist, an die Ausgangswelle 40a übertragen, so dass sich die Ausgangswelle 40a mit dem daran befestigten Sonnenrad 41 dreht. Bei einem solchen Betrieb mit niedriger Geschwindigkeit wird das Übersetzungsverhältnis zwischen dem Paar von eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B und dem Paar von ausgangssseitigen Scheiben 4, 4 ähnlich wie bei einem einfachen stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe gesteuert, wie es in Fig. 13 dargestellt und oben beschrieben wurde. Übrigens muss die Niedergeschwindigkeitskupplung lediglich in der Lage sein, eine Relativbewegung der Zahnräder 32, 41, 42a, 42b zueinander zu verhindern, so dass die Niedergeschwindigkeitskupplung nicht immer zwischen dem Träger 44 und der Ausgangswelle 40a angeordnet sein muss.

[0087] Bei der erfindungsgemäßen stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung kann die von einem jeden Antriebsrollkörper 9, 9 zu übertragende Leistung auf einen sehr kleinen Betrag verringert werden, da die Antriebsrollkörper 9, 9 jeweils zu Dreien zwischen dem Paar von eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B und dem Paar von ausgangssseitigen Scheiben 4, 4 in einem jeden Hohlraum angeordnet sind, so dass insgesamt sechs Antriebsrollkörper 9, 9 zwischengelagert sind. Daher kann selbst dann eine Leistungsübertragung ohne einen Schlupf in den Kontaktabschnitten erreicht werden, wenn der Flächendruck in den Kontaktabschnitten zwischen den Innenflächen 2a, 4a der Scheiben 2A, 2B, 4 und den Umfangsflächen 9a, 9a der Antriebsrollkörper 9, 9 verringert wird. Übrigens kann der Flächendruck der jeweiligen Kontaktabschnitte auf einfache Weise durch Regelung des Öldrucks, der in die Andrückvorrichtung 36a eingeleitet wird, eingestellt werden. Da der Flächendruck der jeweiligen Kontaktabschnitte auf einen niedrigen Betrag verringert werden kann, kann die Wälzlebensdauer der jeweiligen Flächen 2a, 4a, 9a verbessert werden. Wenn die Wälzlebensdauer der jeweiligen Flächen 2a, 4a, 9a unverändert bleibt, kann eine größere Leistung übertragen werden.

[0088] Beim Betrieb mit hoher Geschwindigkeit wird dagegen die Leistungsübertragung gemäß einer zweiten Betriebsart ausgeführt. Die Hochgeschwindigkeitskupplung

35a wird eingerückt, wohingegen die Niedergeschwindigkeitskupplung 50a und die Rückfahrkupplung 52a ausgerückt werden. Wenn in diesem Zustand die Eingangswelle 11b gedreht wird, überträgt die zweite Leistungsübertragungsvorrichtung 53 mit der Getriebewelle 34a und der Planetengetriebevorrichtung 31a die Leistung von der Eingangswelle 11b zur Ausgangswelle 40a. Wenn die Eingangswelle 11b beim Betrieb mit hoher Drehgeschwindigkeit gedreht wird, wird die Drehkraft der Eingangswelle 11b über die Getriebewelle 34a, den Verbindungshalter 98 und die Hochgeschwindigkeitskupplung 35a an das Ringrad 32 übertragen. Die Drehleistung des Ringrades 32 wird über die Vielzahl von Planetenradsätzen 43, 43 an das Sonnenrad 41 übertragen, welche die Ausgangswelle 40a dreht, an der das Sonnenrad 41 befestigt ist. Wenn das Übersetzungsverhältnis des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes geändert wird, um dadurch die Drehgeschwindigkeit (um den Umfang des Sonnenrades 41) der jeweiligen Planetenradsätze 43, 43 zu ändern, dann kann auf diese Weise das Übersetzungsverhältnis der gesamten stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung eingestellt werden.

[0089] Beim Betrieb mit hoher Geschwindigkeit drehen sich die jeweiligen Planetenradsätze 43, 43 um den Umfang des Sonnenrades 41 in die gleiche Richtung wie das Ringrad 32. Je langsamer die obige Drehgeschwindigkeit der Planetenradsätze 43, 43 ist, um so größer ist die Drehgeschwindigkeit der Ausgangswelle 40a mit dem daran befestigten Sonnenrad 41. Wenn beispielsweise die obige Drehgeschwindigkeit der Planetenradsätze 43, 43 gleich der Drehgeschwindigkeit des Ringrades 32 ist (beide sind Winkelgeschwindigkeiten), drehen sich das Ringrad 32 und die Ausgangswelle 40a mit der gleichen Drehgeschwindigkeit. Wenn die obige Drehgeschwindigkeit der Planetenradsätze 43, 43 langsamer als die Drehgeschwindigkeit des Ringrades 32 ist, ist die Drehgeschwindigkeit der Ausgangswelle 40a größer als die Drehgeschwindigkeit des Ringrades 32. Wenn andererseits die obige Drehgeschwindigkeit der Planetenradsätze 43, 43 größer als die Drehgeschwindigkeit des Ringrades 32 ist, ist die Drehgeschwindigkeit der Ausgangswelle 40a kleiner als die Drehgeschwindigkeit des Ringrades 32.

[0090] Somit wird beim Betrieb mit hoher Drehgeschwindigkeit bei einer Änderung des Übersetzungsverhältnisses des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30a in Richtung einer Untersetzung das Übersetzungsverhältnis der gesamten stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung mehr in Richtung einer Übersetzung verändert. Bei einem solchen Betriebszustand hoher Drehgeschwindigkeit wirkt auf das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30a ein Drehmoment nicht von den eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B her, sondern von den ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 (unter der Annahme, dass im Betriebszustand mit niedrigen Drehzahlen ein positives Drehmoment wirkt, wirkt im Betriebszustand mit hoher Drehgeschwindigkeit ein negatives Drehmoment). Folglich wird das an die Eingangswelle 11b übertragene Drehmoment über die Getriebewelle 34a an das Ringrad 32 der Planetengetriebevorrichtung 31a übertragen, wenn die Hochgeschwindigkeitskupplung 35 eingerückt ist. Somit tritt praktisch kein Drehmoment auf, das von der Seite der Eingangswelle 11b an die eingangsseitigen Scheiben 2A, 2B übertragen wird.

[0091] Andererseits wird ein Teil des an das Ringrad 32 der Planetengetriebevorrichtung 31a über die zweite Leistungsübertragungsvorrichtung 53 übertragenen Drehmoments von den jeweiligen Planetenradsätzen 43, 43 über den Träger 44 und die erste Leistungsübertragungsvorrichtung 45a auf die ausgangsseitigen Scheiben 4, 4 übertragen. Auf diese Weise nimmt das von den ausgangsseitigen Scheiben

4, 4 an das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30a zu übertragende Drehmoment um so mehr ab, als das Übersetzungsverhältnis des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30a mehr in Richtung einer Untersetzung verändert wird, um das Übersetzungsverhältnis der gesamten stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung in Richtung einer Übersetzung zu ändern.

[0092] Als Ergebnis dessen kann die Lebensdauer der Bestandteile des vorliegenden stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes 30a verbessert werden, indem das in das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30a im Betrieb mit hohen Drehzahlen eingeleitete Drehmoment verringert wird. Obwohl sich die durch das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30a geleitete Leistung in ihrer Größe in einem derartigen Betriebszustand mit hohen Drehzahlen verändert, kann durch Einstellen des in die Andrückvorrichtung 36a einzuleitenden Öldrucks der Flächendruck in den Kontaktabschnitten zwischen den jeweiligen Flächen 2a, 4a, 9a auf einen geeigneten Wert gesetzt werden.

[0093] Um des Weiteren die Ausgangswelle 40a umgekehrt zu drehen, um ein Fahrzeug zurückzusetzen, wird eine Leistungsübertragung gemäß einer dritten Betriebsart durchgeführt. Dazu werden die Niedergeschwindigkeits- und die Hochgeschwindigkeitskupplung 51a, 35a ausgerückt und die Rückfahrkupplung 52a wird eingerückt. Dadurch wird das Ringrad 32 festgestellt und gleichzeitig drehen sich die jeweiligen Planetenradsätze 43, 43, während sie mit dem Ringrad 32 und dem Sonnenrad 41 kämmen, um den Umfang des Sonnenrades 41. Das Sonnenrad 41 und die Ausgangswelle 40a mit dem daran befestigten Sonnenrad 41 drehen sich im Vergleich zu den oben beschriebenen Betriebsarten mit niedrigen und hohen Drehgeschwindigkeiten in die entgegengesetzte Richtung.

[0094] Wenn die stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung gemäß der Erfindung als ein Automatikgetriebe für Fahrzeuge verwendet wird, ist zwischen einem als Antriebsquelle dienenden Motor und der Eingangswelle 11b ein Drehmomentwandler oder eine Startkupplung, wie beispielsweise eine elektromagnetische Kupplung, angeordnet. Alternativ kann jedoch die Niedergeschwindigkeitskupplung 51a so angeordnet sein, dass sie die Funktion der Startkupplung erfüllt und somit auf eine unabhängige Startkupplung verzichtet werden kann. In diesem Fall werden, wenn das Fahrzeug angehalten wird, nicht nur die Niedergeschwindigkeitskupplung 51a sondern auch die Hochgeschwindigkeitskupplung 35a und die Rückfahrkupplung 52a ausgerückt. In diesem Zustand laufen das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe 30a und die ersten und zweiten Leistungsübertragungsvorrichtungen 45a, 53 leer mit, so dass an die Ausgangswelle 40a keine Leistung übertragen wird. Wenn aus diesem Zustand die Niedergeschwindigkeitskupplung 41a allmählich eingerückt wird, kann das anhaltende Fahrzeug gleichmäßig starten.

[0095] Da bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel angenommen ist, dass die erfindungsgemäße stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung als ein Automatikgetriebe für ein Fahrzeug verwendet wird, sind die Hochgeschwindigkeits-, Niedergeschwindigkeits- und Rückfahr-Kupplung 51, 51a und 52a vorgesehen. Wenn dagegen die erfindungsgemäße stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung beispielsweise als ein Getriebe zur Steuerung der Betriebsgeschwindigkeiten verschiedener industrieller Maschinen, wie beispielsweise einer Pumpe, verwendet werden, bei der die Betätigungsgeschwindigkeit einer Antriebsquelle konstant bleibt, kann die vorliegende stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung nur im oben beschriebenen Betriebszustand für hohe Drehzahlen betrieben werden. Wenn daher die stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung gemäß der Erfindung

so verwendet wird, sind die Getriebewelle 34a und das Rin-
grad 32, die jeweils in der Fig. 1 dargestellt sind, miteinan-
der verbunden und gegeneinander so festgestellt, dass sie
sich synchron drehen können (nicht über die Hochge-
schwindigkeitskupplung 35a). Außerdem werden die Nie-
dergeschwindigkeitskupplung 51a, die verwendet wird, um
den gesperrten Zustand der Planetengetriebevorrichtung 31a
zu realisieren, und die Rückfahrkupplung 52a zum Feststel-
len des Ringrades 52 gegenüber dem Gehäuse 5a weggelas-
sen.

[0096] Da die Erfindung auf die oben beschriebene Weise
aufgebaut ist und funktioniert, kann eine Vorrichtung bereit-
gestellt werden, die in der Lage ist, ein großes Drehmoment
zwischen den Bestandteilen derselben zu übertragen, ohne
die Größe eines stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes oder
einer stufenlos verstellbaren Getriebevorrichtung umfassen
ein derartiges stufenlos verstellbares Toroidgetriebe zu er-
höhen. Daher können ein stufenlos verstellbares Toroidge-
triebe und eine stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung
realisiert werden, die in der Lage sind, eine große Leistung
zu übertragen, die eine überragende Lebensdauer aufweisen,
die eine kompakte Baugröße haben und die leichtgewichtig
sind.

Patentansprüche

1. Stufenlos verstellbares Toroidgetriebe, umfassend:
eine Eingangswelle;

eine mit der Eingangswelle einstückig drehbare, ein-
gangsseitige Scheibe mit einer Innenfläche;

eine unabhängig von der Eingangswelle drehbare, aus-
gangsseitige Scheibe mit einer Innenfläche, die kon-
zentrisch zur eingangsseitigen Scheibe angeordnet ist;
eine Vielzahl von Auflagern, die zwischen der ein-
gangsseitigen und ausgangsseitigen Scheibe angeord-
net und um ihre jeweiligen Schwenkwellen, die an ver-
drehten Positionen bezüglich der Mittenachsen der ein-
gangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben angeord-
net sind, schwenkbar sind;

eine Vielzahl von Verschiebewellen, die jeweils von In-
nenflächen der ihnen zugeordneten Auflager vorsprin-
gen;

eine Vielzahl von Antriebsrollkörpern, die durch und
zwischen den Innenflächen der eingangsseitigen und
ausgangsseitigen Scheiben so gehalten sind, dass sie
drehbar an den ihnen zugeordneten Verschiebewellen
gelagert werden können;

und
ein Getriebeelement mit einer Vielzahl von übertragen-
den Vorsprungelementen am sockelseitigen Endab-
schnitt derselben,

wobei eine Vielzahl von vorspringenden Abschnitten
an einem Teil der äußeren Umfangsfläche der ein-
gangsseitigen Scheibe vorgesehen ist und von diesem
vorspringt, und wobei die übertragenden Vorsprungele-
mente des Getriebeelements sich im Eingriff mit den
vorspringenden Abschnitten der eingangsseitigen
Scheibe befinden, um dadurch ein Drehmoment zwi-
schen den eingangsseitigen Scheiben und dem Getrie-
beelement übertragen zu können.

2. Stufenlos verstellbares Toroidgetriebe nach An-
spruch 1, wobei die übertragenden Vorsprungelemente
an einem Getriebeffansch vorgesehen sind und am Ge-
triebeelement in regelmäßigen Abständen bezüglich ei-
ner Umfangsrichtung des Getriebefflansches angeord-
net sind.

3. Stufenlos verstellbares Toroidgetriebe nach An-
spruch 1, wobei die vorspringenden Abschnitte der ein-

gangsseitigen Scheibe an einem Abschnitt des äußeren
Umfangsabschnittes zur eingangsseitigen Scheibe vor-
gesehen sind und von diesem vorspringen, wobei der
äußere Umfangsabschnitt sich näher an einem Außen-
durchmesser derselben befindet als ein Mittenabschnitt
derselben.

4. Stufenlos verstellbares Toroidgetriebe, umfassend:
eine erste Getriebewelle;

eine zweite Getriebewelle, die konzentrisch zur ersten
Getriebewelle angeordnet ist, um ein Drehmoment
zwischen der ersten Getriebewelle und sich selbst zu
übertragen;

eine einstückig mit der ersten Getriebewelle drehbare,
eingangsseitige Scheibe mit einer Innenfläche;

eine unabhängig von der ersten Getriebewelle dreh-
bare, ausgangsseitige Scheibe mit einer Innenfläche,
die konzentrisch zur eingangsseitigen Scheibe ange-
ordnet ist;

eine Vielzahl von Auflagern, die zwischen den ein-
gangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben angeord-
net und um ihre jeweiligen Schwenkwellen, die an be-
züglich den Mittenachsen der eingangsseitigen und
ausgangsseitigen Scheiben verdrehten Positionen an-
geordnet sind, schwenkbar sind;

eine Vielzahl von Verschiebewellen, die jeweils von In-
nenflächen der ihnen zugeordneten Auflager vorsprin-
gen; und

eine Vielzahl von Antriebsrollkörpern, die durch und
zwischen den Innenflächen der eingangsseitigen und
ausgangsseitigen Scheiben so angeordnet sind, dass sie
drehbar an den ihnen zugeordneten Verschiebewellen
gehalten sind,

wobei ein nach außen weisender Flanschabschnitt an
einer äußeren Umfangsfläche eines Endabschnittes der
ersten Getriebewelle angeordnet ist, eine Vielzahl von
Ausparungen an einem äußeren Umfangskantenab-
schnitt des Flanschabschnittes ausgebildet ist, eine
Vielzahl von treibenden Vorsprungsabschnitten an ei-
nem Endabschnitt der zweiten Getriebewelle ausgebil-
det ist, und die Ausparungen der ersten Getriebewelle
sich jeweils im Eingriff mit den treibenden Vorsprun-
gelementen der zweiten Getriebewelle befinden, um da-
durch ein Drehmoment zwischen der ersten und zwei-
ten Getriebewelle übertragen zu können.

5. Stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung, umfas-
send:

eine Eingangswelle;

eine Ausgangswelle, um die auf der Drehung der Ein-
gangswelle basierende Leistung auszuleiten;

ein stufenlos verstellbares Toroidgetriebe;

eine Planetengetriebevorrichtung;

eine erste Leistungsübertragungsvorrichtung, um die
eingeleitete Leistung an die Eingangswelle durch das
stufenlos verstellbare Toroidgetriebe zu leiten; und

eine zweite Leistungsübertragungsvorrichtung, um die
eingeleitete Leistung an die Eingangswelle nicht durch
das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe zu leiten,
wobei das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe um-
fasst:

ein Paar von eingangsseitigen Scheiben, die jeweils
eine Innenfläche umfassen, und die an zwei Endab-
schnitten der Eingangswelle angeordnet und in Abhän-
gigkeit von einer Drehung der Eingangswelle drehbar
sind;

ein Paar von ausgangsseitigen Scheiben, die jeweils
eine Innenfläche umfassen und jeweils an einem Um-
fang eines mittleren Abschnitts der Eingangswelle so
angeordnet sind, dass sie mit ihren jeweiligen Innenflä-

chen konzentrisch zu den eingangsseitigen Scheiben gegenüber den Innenflächen der eingangsseitigen Scheiben angeordnet sind, wobei die ausgangsseitigen Scheiben unabhängig von und synchron zu den eingangsseitigen Scheiben drehbar sind;
 eine Vielzahl von Auflagern, die zwischen den eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben angeordnet und um ihre jeweiligen Schwenkwellen, die an bezüglich der Mittelnachsen der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben verdrehten Positionen angeordnet sind, schwenkbar sind;
 eine Vielzahl von Verschiebewellen, die jeweils von Innenflächen der ihnen zugeordneten Auflager vorspringen;
 eine Vielzahl von Antriebsrollkörpern, die durch und zwischen den Innenflächen der eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben so gehalten sind, dass sie drehbar an den ihnen zugeordneten Verschiebewellen gehalten werden können, und
 eine Andrückvorrichtung, die an einem Umfang der Eingangswelle parallel zur Eingangswelle bezüglich einer Richtung der Leistungsübertragung zur Erzeugung einer Kraft angeordnet sind, wobei aufgrund der Kraft die eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben die Antriebsrollkörper in Abhängigkeit von einem Öldruck entsprechend einer Größe der zwischen den eingangsseitigen und ausgangsseitigen Scheiben zu übertragenden Leistung halten,
 wobei die Planetengetriebevorrichtung umfasst:
 ein Sonnenrad;
 ein am Umfang des Sonnenrades angeordnetes Ringrad;
 ein Planetenrad, das drehbar zwischen dem Sonnenrad und dem Ringrad angeordnet ist und sich kämmend im Eingriff mit dem Sonnenrad und dem Ringrad befindet;
 und
 einen Träger zum Halten des Planetenrades,
 wobei die zweite Leistungsübertragungsvorrichtung eine Getriebewelle umfasst, die eine Vielzahl von übertragenden Vorsprunghen umfasst, die sich nach außen in einer Durchmesserrichtung derselben von einem Endabschnitt derselben erstrecken, eine Vielzahl von vorspringenden Abschnitten an einem Teil einer äußeren Umfangsfläche der eingangsseitigen Scheiben angeordnet sind, wobei die durch die erste Leistungsübertragungsvorrichtung zu übertragende Leistung und die durch die zweite Leistungsübertragungsvorrichtung übertragene Leistung an jeweils zwei aus Sonnenrad, Ringrad und Träger übertragen werden kann, wobei die Ausgangswelle mit dem übrigen aus Sonnenrad und/oder Ringrad und/oder Träger verbunden ist, und wobei die übertragenden Vorsprunghen der Getriebewelle sich im Eingriff mit den vorspringenden Abschnitten der eingangsseitigen Scheiben befinden, um auf diese Weise eine Drehkraft von den eingangsseitigen Scheiben zur Getriebewelle zu übertragen.
 6. Stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung nach Anspruch 5, des Weiteren umfassend:
 eine Antriebswelle, die konzentrisch zur Eingangswelle angeordnet ist und eine Vielzahl von treibenden Vorsprunghenabschnitten an einem Endabschnitt derselben aufweist,
 wobei ein nach außen weisender Flanschabschnitt an einer äußeren Umfangsfläche eines Endabschnittes der Eingangswelle angeordnet ist, eine Vielzahl von Aussparungen in einem äußeren Umfangskantenabschnitt des Kragenabschnittes sich befinden und die treibenden Vorsprunghenabschnitte der Antriebswelle sich jeweils im

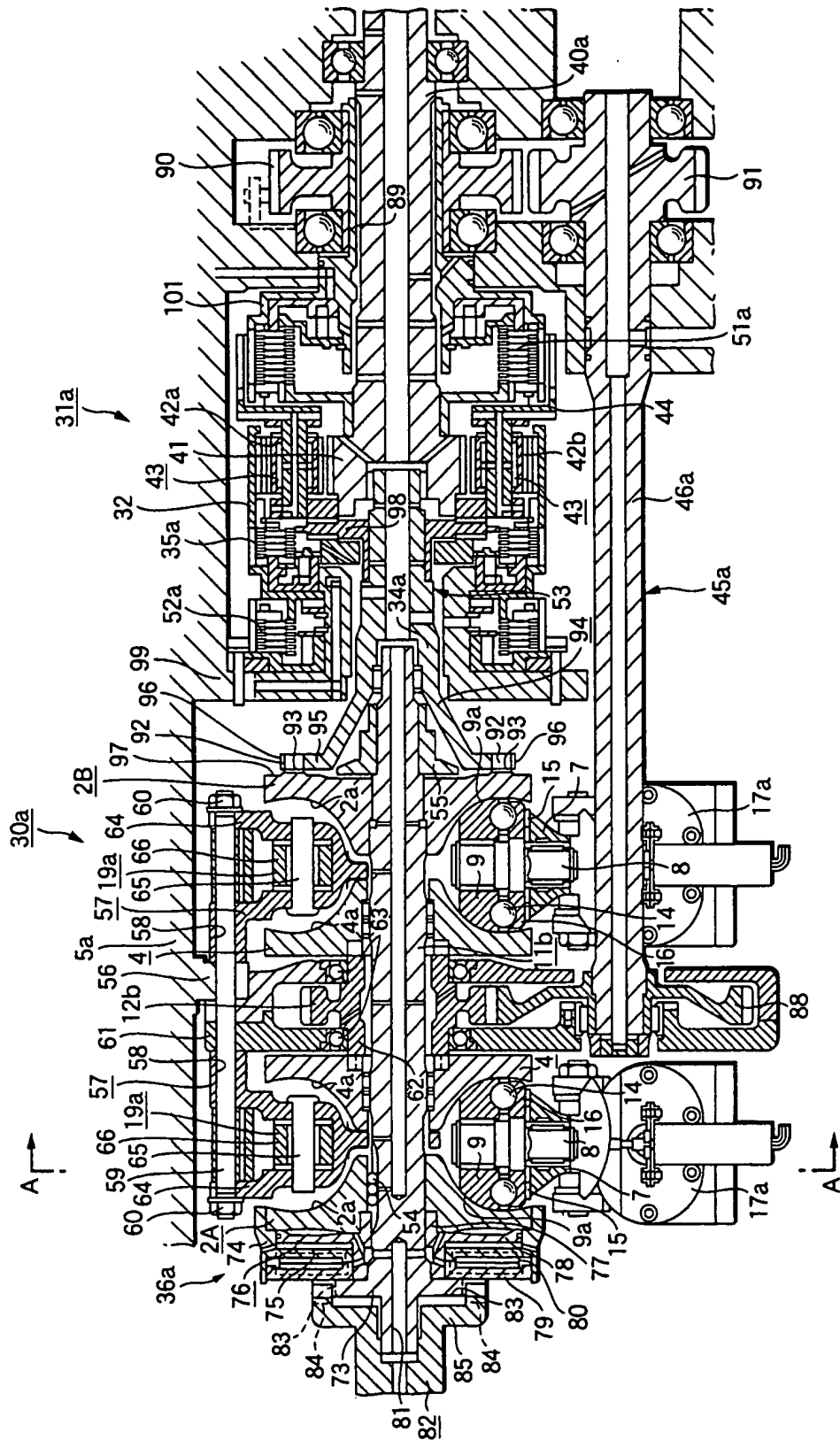
Eingriff mit den Aussparungen der Eingangswelle befinden, wodurch die Antriebswelle die Eingangswelle antreiben und drehen kann.

7. Stufenlos verstellbare Getriebevorrichtung nach Anspruch 5, des Weiteren umfassend:

eine Betriebsartenumschaltvorrichtung zum Umschalten einer Betriebsart zur Übertragung der in die Eingangswelle geleiteten Leistung an die Planetengetriebevorrichtung über die ersten und zweiten Leistungsübertragungsvorrichtungen,
 wobei die Betriebsartenumschaltvorrichtung in der Lage ist, die folgenden drei Betriebsarten nacheinander umzuschalten: eine erste Betriebsart zur Übertragung der Leistung nur unter Verwendung der ersten Leistungsübertragungsvorrichtung; eine zweite Betriebsart zur Übertragung der Leistung unter Verwendung sowohl der ersten als auch der zweiten Leistungsübertragungsvorrichtung; und eine dritte Betriebsart zur Übertragung der Leistung nicht nur unter Verwendung der ersten Leistungsübertragungsvorrichtung sondern auch zum Umkehren einer Drehrichtung der Ausgangswelle bezüglich der ersten und zweiten Betriebsarten.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

FIG.1



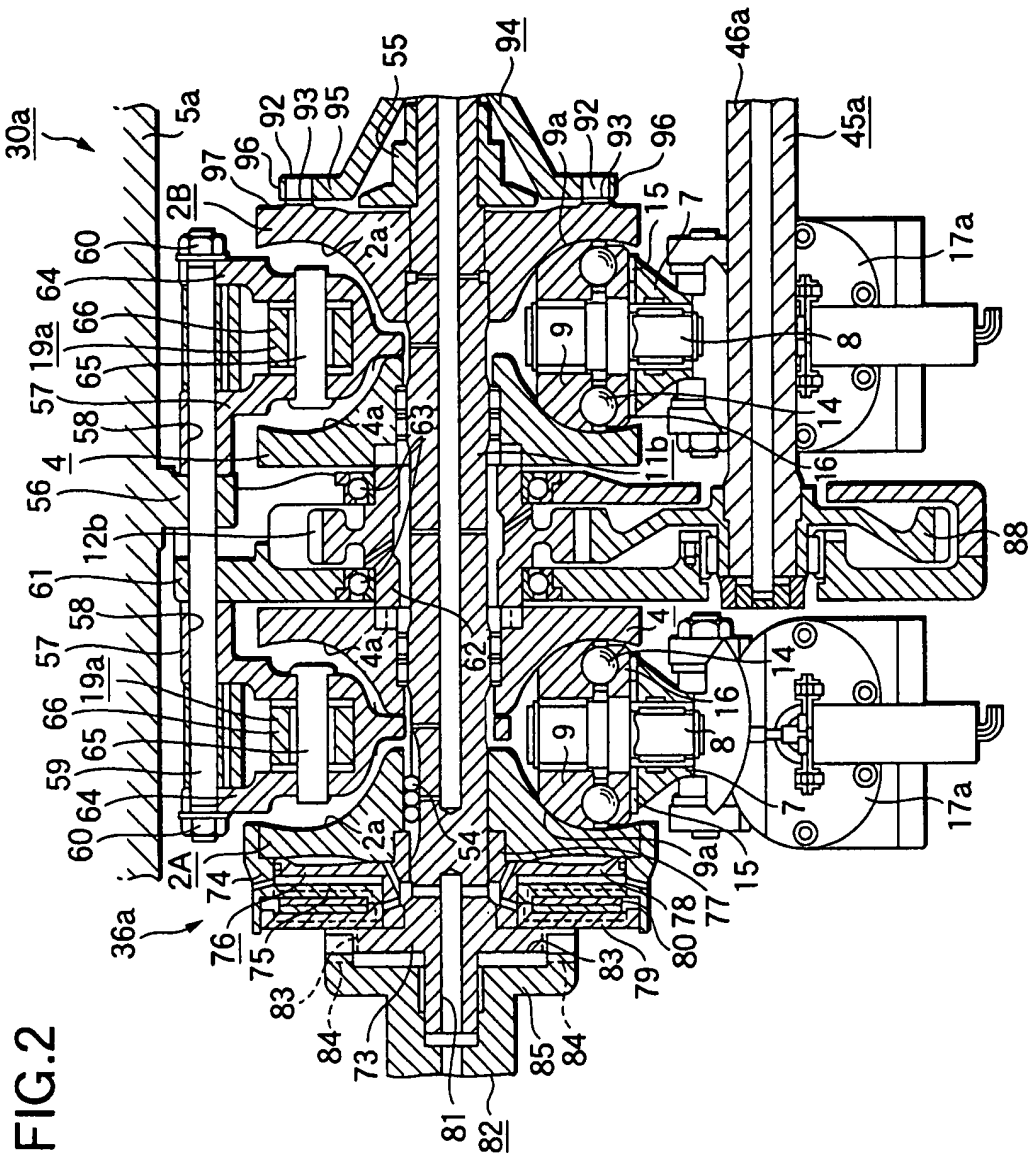


FIG. 2

FIG.3

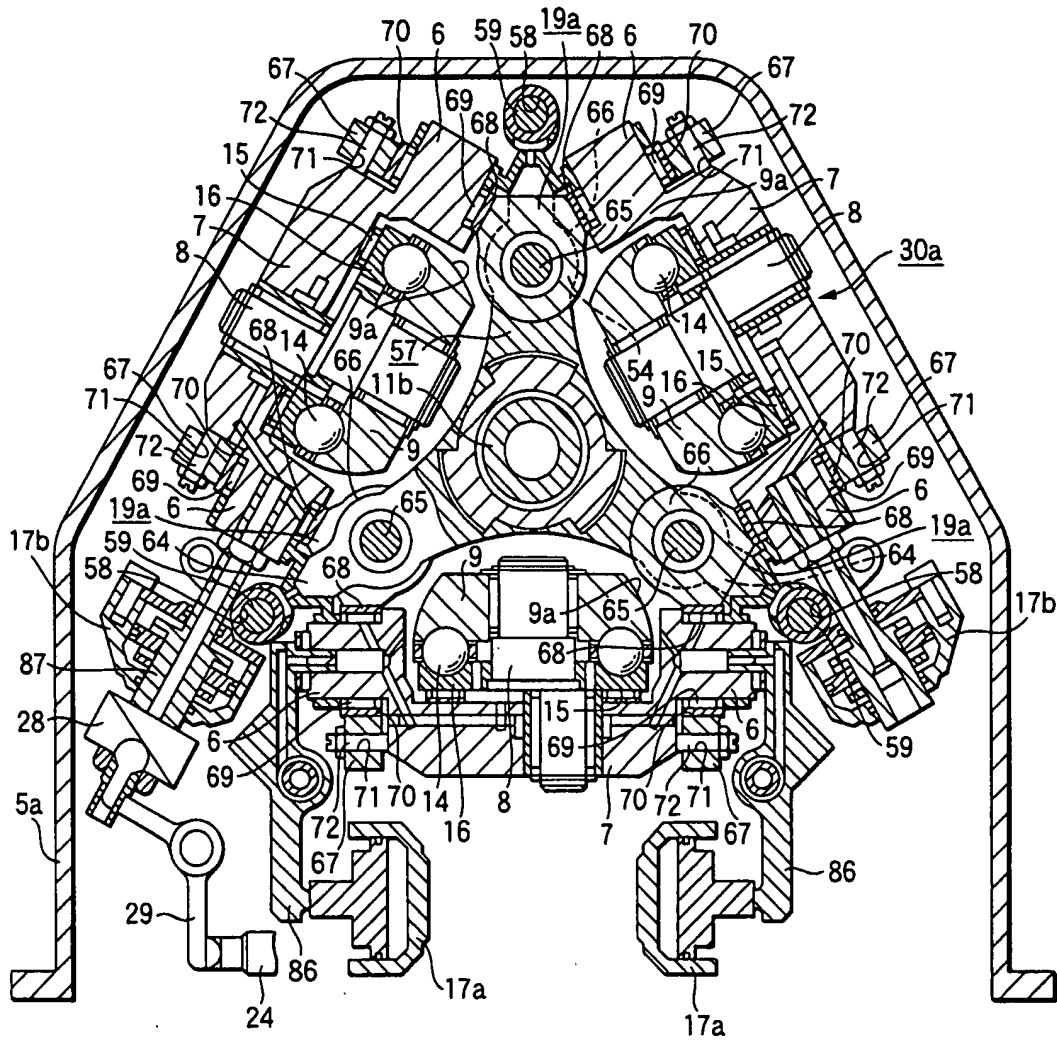


FIG.4

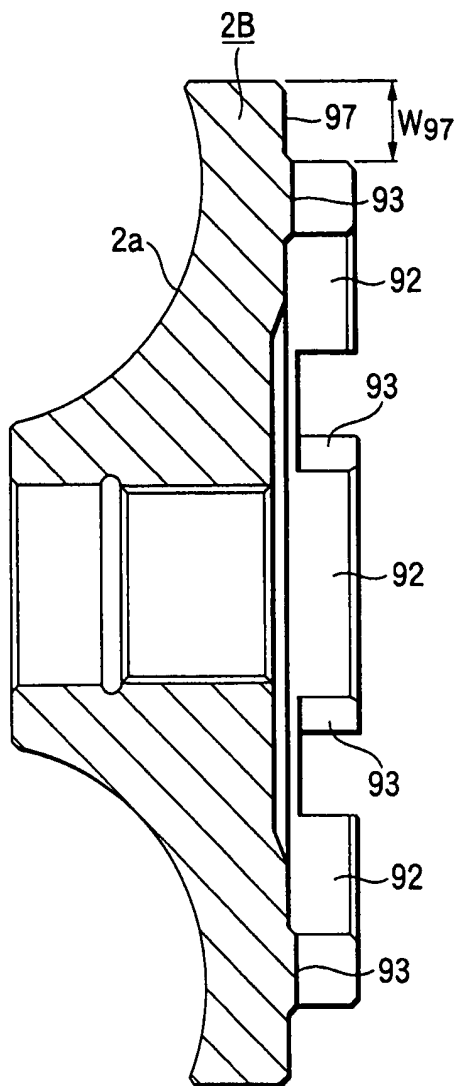


FIG.5

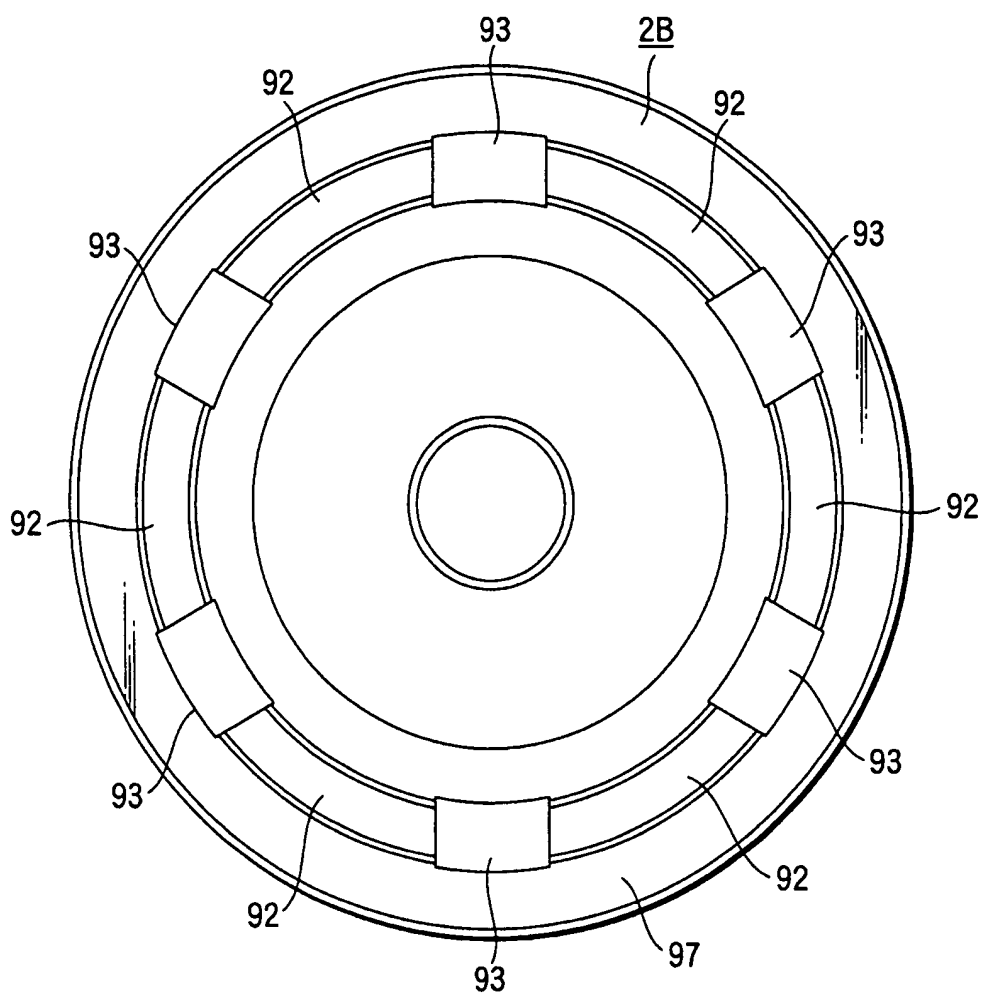


FIG.6

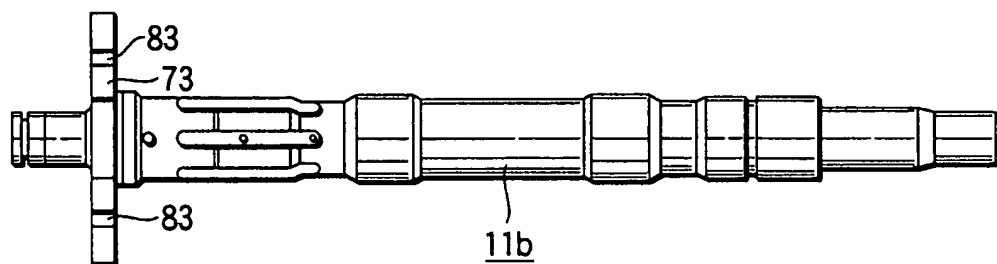


FIG.7

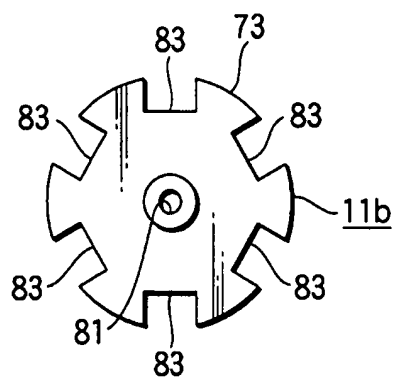


FIG.8

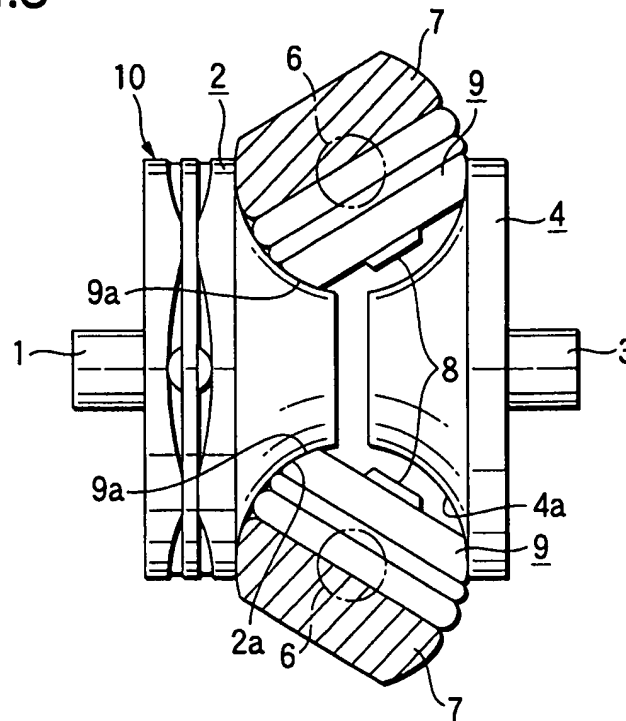
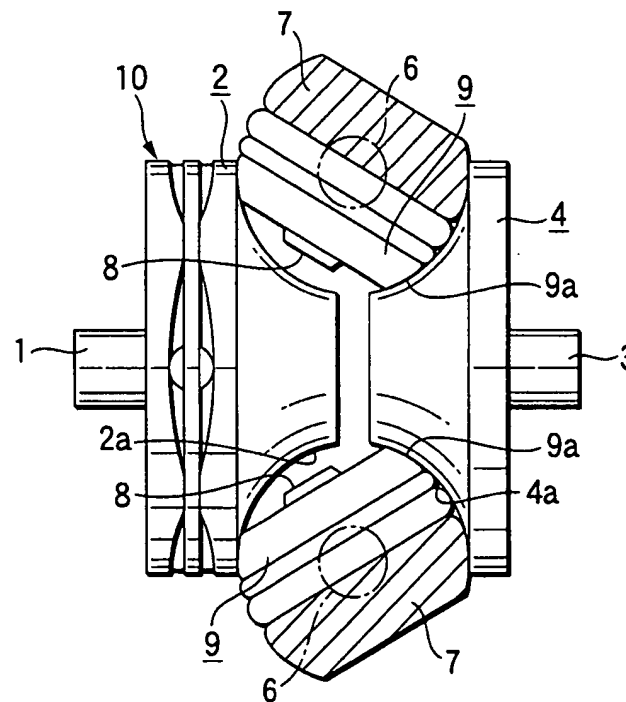


FIG.9



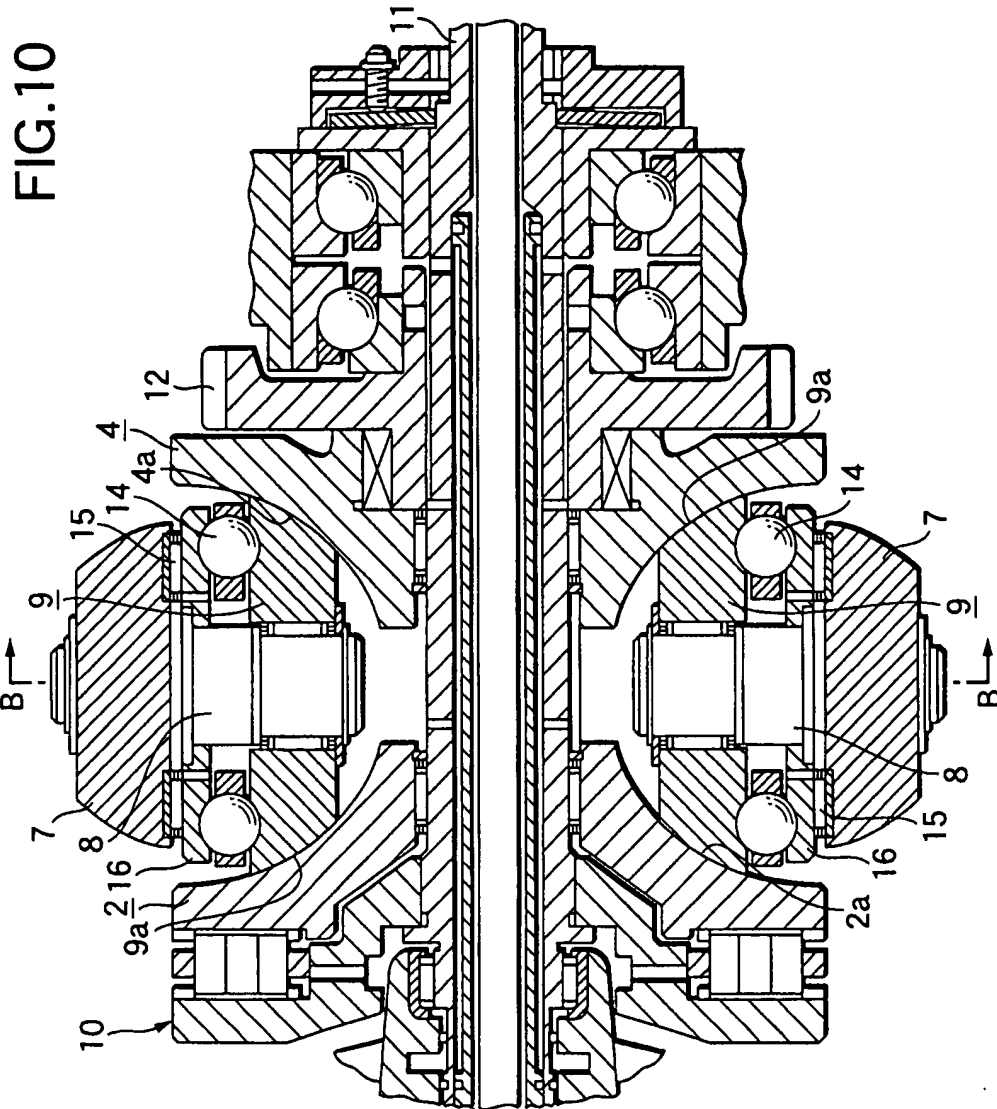


FIG.11

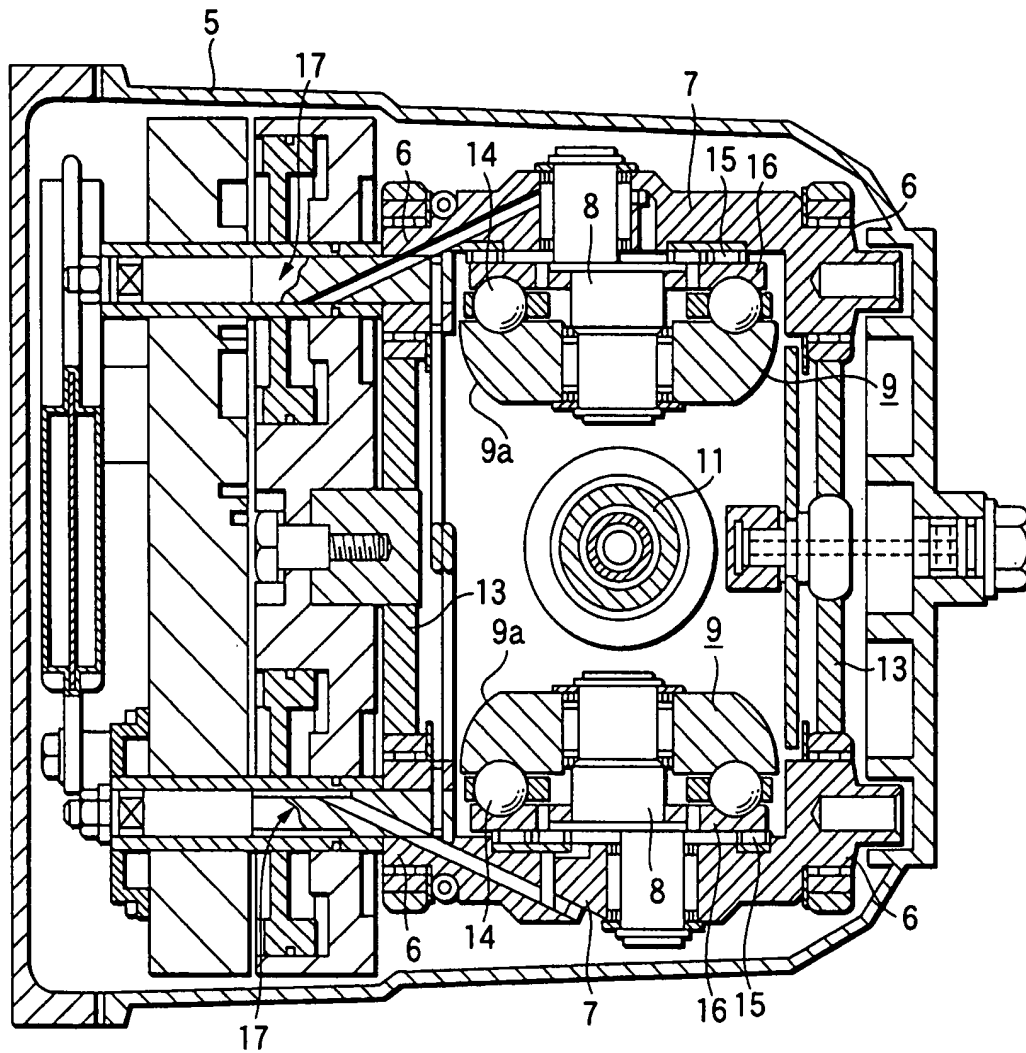


FIG.12

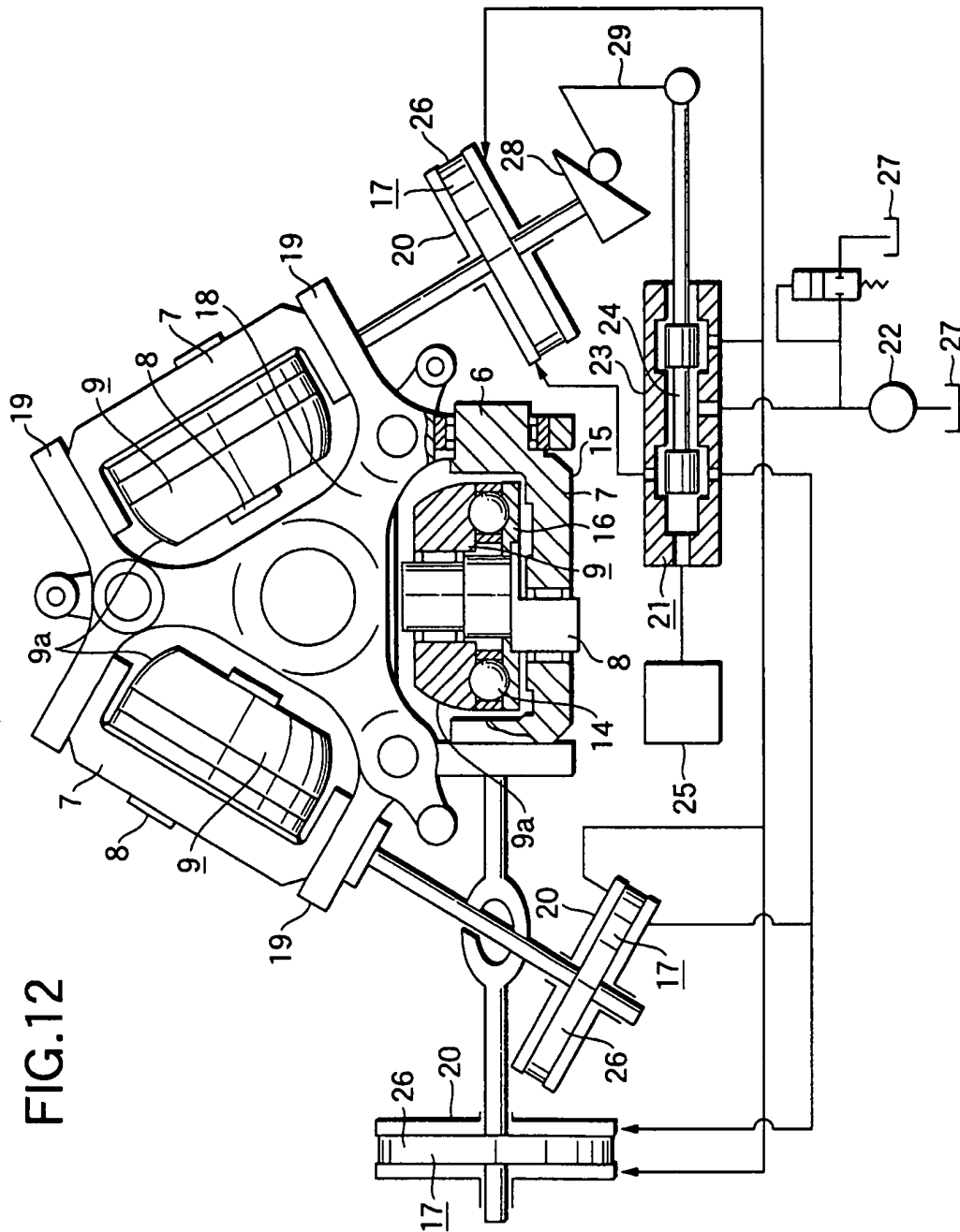


FIG.13

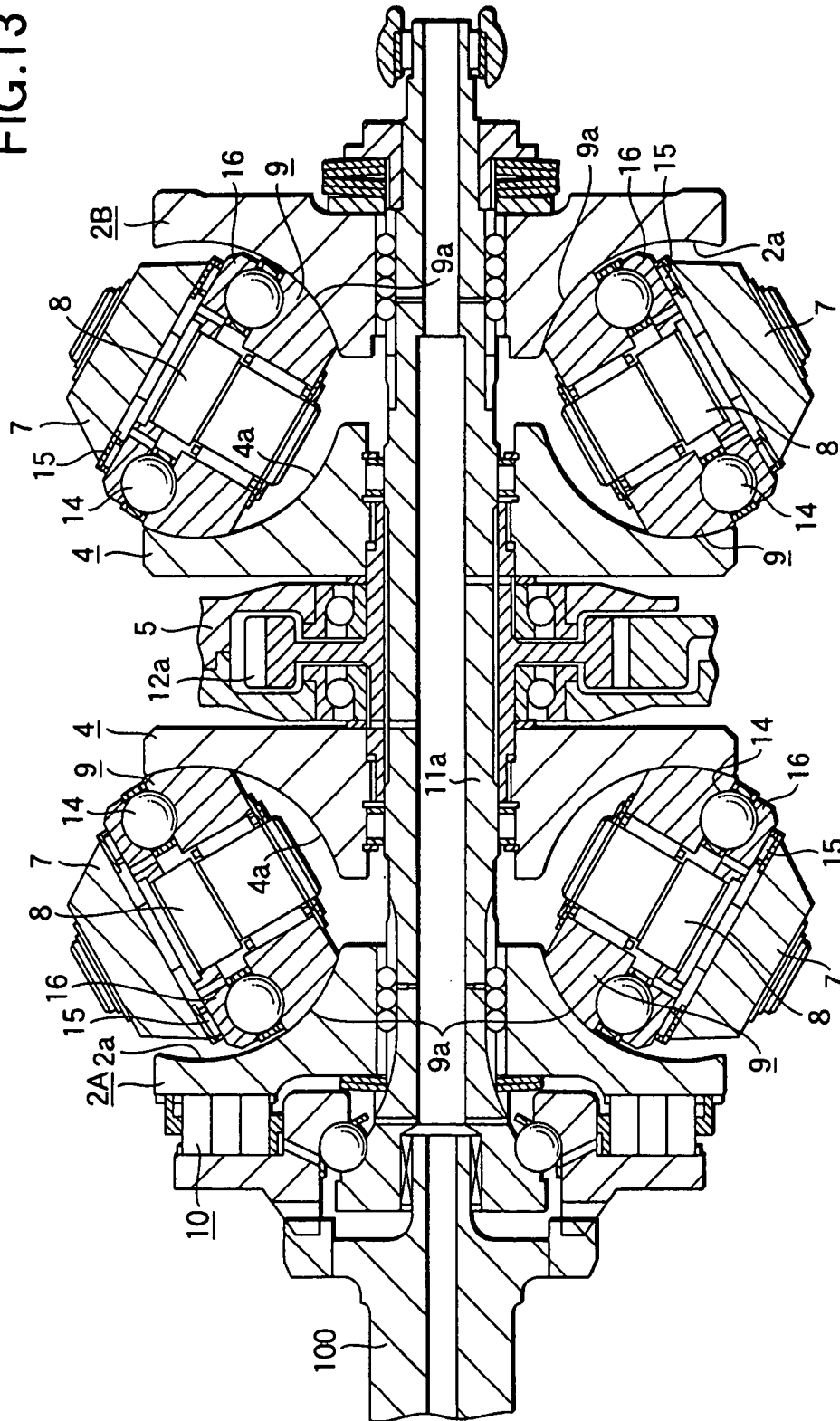


FIG.14

